



GURU PEMBELAJAR

MODUL PELATIHAN GURU

Program Keahlian : Teknik Mesin
Paket Keahlian : Teknik Fabrikasi Logam
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)

KELOMPOK
KOMPETENSI

D

Profesional :

LAS OKSI-ASETILEN DAN LAS BUSUR MANUAL DASAR

Pedagogik :

PERENCANAAN PEMBELAJARAN & MEDIA PEMBELAJARAN

DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

2016

Penulis:

1.

Penelaah:

1.

Copyright @ 2016

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan
Bidang Mesin dan Teknik Industri Bandung,
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersil tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program guru pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, daring (online), dan campuran (blended) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul untuk program Guru Pembelajar (GP) tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program Guru Pembelajar ini untuk mewujudkan Guru Mulia karena Karya.

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D
NIP. 19590801 198503 2 001



Kata Pengantar

Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen mengamanatkan adanya pembinaan dan pengembangan profesi guru secara berkelanjutan sebagai aktualisasi dari profesi pendidik. Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) dilaksanakan bagi semua guru, baik yang sudah bersertifikat maupun belum bersertifikat. Untuk melaksanakan PKB bagi guru, pemetaan kompetensi telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) bagi semua guru di Indonesia sehingga dapat diketahui kondisi objektif guru saat ini dan kebutuhan peningkatan kompetensinya.

Modul ini disusun sebagai materi utama dalam program peningkatan kompetensi guru mulai tahun 2016 yang diberi nama diklat PKB sesuai dengan mata pelajaran/paket keahlian yang diampu oleh guru dan kelompok kompetensi yang diindikasikan perlu untuk ditingkatkan. Untuk setiap mata pelajaran/paket keahlian telah dikembangkan sepuluh modul kelompok kompetensi yang mengacu pada kebijakan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan tentang pengelompokan kompetensi guru sesuai jabatan Standar Kompetensi Guru (SKG) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang ada di dalamnya. Sebelumnya, soal UKG juga telah dikembangkan dalam sepuluh kelompok kompetensi. Sehingga diklat PKB yang ditujukan bagi guru berdasarkan hasil UKG akan langsung dapat menjawab kebutuhan guru dalam peningkatan kompetensinya.

Sasaran program strategi pencapaian target RPJMN tahun 2015–2019 antara lain adalah meningkatnya kompetensi guru dilihat dari *Subject Knowledge* dan *Pedagogical Knowledge* yang diharapkan akan berdampak pada kualitas hasil belajar siswa. Oleh karena itu, materi yang ada di dalam modul ini meliputi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Dengan menyatukan modul kompetensi pedagogik dalam kompetensi profesional diharapkan dapat mendorong peserta diklat agar dapat langsung menerapkan kompetensi pedagogiknya dalam proses pembelajaran sesuai dengan substansi materi yang diampunya. Selain dalam bentuk *hard-copy*, modul ini dapat diperoleh juga dalam bentuk digital, sehingga guru dapat lebih mudah mengaksesnya kapan saja dan dimana saja meskipun tidak mengikuti diklat secara tatap muka.

Kepada semua pihak yang telah bekerja keras dalam penyusunan modul diklat PKB ini, kami sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D
NIP. 19590801 198503 2 001



Daftar Isi

KATA SAMBUTAN	II
KATA PENGANTAR.....	III
DAFTAR GAMBAR.....	IV
DAFTAR TABEL.....	VI
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	3
D. Ruang Lingkup	4
E. Saran Penggunaan Modul	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 PERALATAN LAS OKSI-ASETILEN.....	5
A. Tujuan Pembelajaran.....	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	5
C. Uraian Materi.....	5
1. Peralatan Las Oksi-asetilen.....	5
2. Perlengkapan K3 dan Pencegahan Kecelakaan Kerja.....	12
D. Rangkuman	20
E. Evaluasi	22
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 PEMASANGAN DAN PEMERIKSAAN PERALATAN LAS OKSI-ASETILEN.....	24
A. Tujuan Pembelajaran.....	24
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	24
C. Uraian Materi.....	24
1. Prosedur Memasang Peralatan Las Oksi-asetilen	24
2. Prosedur Penanganan Peralatan Las Oksi-asetilen.....	29
D. Rangkuman	36
E. Evaluasi	36

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 PENGELASAN POSISI DI BAWAH TANGAN DAN MENDATAR DENGAN LAS OKSI-ASETILEN.....	37
A. Tujuan Pembelajaran.....	37
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	37
C. Uraian Materi.....	37
1. Prosedur Umum pada Las Oksi Asetilen	37
2. Prosedur Penyalaan dan Pengaturan Nyala Api Las	38
3. Bahan Tambah dan Flux	41
4. Pengelasan Pelat Baja Karbon Posisi di Bawah Tangan dan Mendatar ...	43
D. Latihan	43
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA LAS BUSUR MANUAL	61
A. Tujuan Pembelajaran.....	61
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	61
C. Uraian Materi.....	61
1. Gangguan Kesehatan dan Penyebab Kecelakaan pada Kerja Las Busur Manual	61
2. Penanganan Keadaan Darurat (Emergency Procedure).....	67
D. Rangkuman	70
E. Evaluasi	71
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 PRINSIP KERJA DAN PERALATAN LAS BUSUR MANUAL	74
A. Tujuan Pembelajaran.....	74
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	74
C. Uraian Materi.....	74
1. Prinsip Kerja Las Busur Manual.....	74
2. Peralatan Las Busur Manual.....	76
D. Rangkuman	85
E. Evaluasi	86

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 ELEKTRODA LAS BUSUR MANUAL	88
A. Tujuan Pembelajaran.....	88
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	88
C. Uraian Materi.....	88
1. Fungsi, Jenis dan Ukuran Elektroda	88
2. Kode dan Penggunaan Elektroda	91
D. Rangkuman	95
E. Evaluasi	96
KEGIATAN PEMBELAJARAN 7 PENGELASAN POSISI DI BAWAH TANGAN DAN MENDATAR DENGAN LAS BUSUR MANUAL	98
A. Tujuan Pembelajaran.....	98
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	98
C. Uraian Materi.....	98
1. Persiapan Pengelasan	98
2. Posisi Pengelasan	102
3. Prosedur Pengelasan Posisi di Bawah Tangan, Horizontal	107
D. Rangkuman	110
E. Evaluasi	111
F. Latihan	111
GLOSARIUM.....	152
DAFTAR PUSTAKA	153



Daftar Gambar

Judul Gambar	Halaman
Gambar 1. Peralatan Las Oksi Asetilen	6
Gambar 2. Silinder Oksigen.....	7
Gambar 3. Silinder Asetilen	7
Gambar 4. Regulator Oksigen dan Asetilen	8
Gambar 5. Slang gas.....	9
Gambar 6. Pembakar (Torch) dan Tip Las	10
Gambar 7. Mistar baja metrik dan imperial	11
Gambar 8. Siku balok	11
Gambar 9. Palu konde.....	12
Gambar 10. Contoh APD	13
Gambar 11. Contoh Penggunaan APD.....	14
Gambar 12. Kedok dan Helm Las dan Kaca Penyaring	65
Gambar 13. Penempatan Alat Pengisap Asap Las/Debu.....	67
Gambar 14. Sirkuit Terbuka(OCV) dan Tertutup (CCV)	75
Gambar 15. Prinsip Kerja SMAW	76
Gambar 16. Peralatan Utama Las Busur Manual	77
Gambar 17. Peralatan Las Busur Manual	78
Gambar 18. Sirkuit Mesin Las AC dan DC (Jenis Transformator)	79
Gambar 19. Pengkutuban Mesin Las DC	80
Gambar 20. Sepatu Kabel	83
Gambar 21. Tang Elektroda (Holder).....	84
Gambar 22. Klem Masa.....	84
Gambar 23. Palu Terak, Sikat Baja, dan <i>Smith Tang</i>	85
Gambar 24. Elektroda Las Busur Manual	89

Gambar 25. Penulisan Kode Elektroda.....	95
Gambar 26. Persiapan Sambungan T	101
Gambar 27. Persiapan Sambungan Tumpul Kampuh V	101
Gambar 28. Posisi Pengelasan pada Pelat Menurut Standar Amerika dan Eropa	105
Gambar 29. Posisi Pengelasan pada Pipa Menurut Standar Amerika dan Eropa .	106
Gambar 30. Penempatan Bahan Posisi 1F.....	108
Gambar 31. Penempatan Bahan Posisi <i>Horizontal</i> (2F)	109
Gambar 32. Penempatan bahan Posisi 1G dan 2G	109
Gambar 33. Arah dan Gerakan Elektroda untuk Posisi <i>Downhand</i> dan <i>Horizontal</i>	110



Daftar Tabel

Judul Tabel	Halaman
Tabel 1. Perbandingan Besaran Arus Las dan Ukuran Kaca Penyaring	66
Tabel 2. Tipe Salutan dan Arus Las.....	92
Tabel 3. Klasifikasi Elektroda.....	94



Pendahuluan

A. Latar Belakang

Sekolah merupakan salah satu wahana pendidikan dalam sistem pendidikan nasional Indonesia. Untuk itu, sekolah memiliki tugas memberikan pelayanan terbaik kepada peserta didik agar mereka memperoleh sejumlah kompetensi untuk mengembangkan diri, baik pengetahuan (*knowledge*), keterampilan (*skill*), maupun sikap (*attitude*) atau etos kerja yang profesional.

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Program Pengembangan Keprofesian berkelanjutan (PKB) adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan

bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Modul ini disusun tidak terlepas dari kerangka penyelenggaraan pelatihan yang diperlukan guru dalam melaksanakan kegiatan PKB serta pengembangan kualitas tenaga kerja, karena penguasaan kompetensi peserta didik yang akan memasuki dunia kerja sangat ditentukan oleh kompetensi tenaga pengajarnya (guru).

B. Tujuan

Secara umum, setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta pelatihan agar memiliki pengetahuan, keterampilan dan sikap dalam melakukan pengelasan pelat dengan proses las oksi-asetilen (OAW) dalam pekerjaan fabrikasi logam dan dengan proses las busur manual (SMAW) pada tingkat dasar, yakni pada posisi di bawah tangan dan mendatar dengan memperhatikan standar-standar yang berlaku secara nasional dan internasional.

Secara khusus, dengan mempelajari modul ini diharapkan peserta pelatihan mampu:

1. Menggunakan peralatan las oksi-asetilen (OAW) sesuai SOP
2. Memasang dan membuka perlengkapan las oksi-asetilen (OAW) sesuai SOP.
3. Mengelas dengan proses OAW pada posisi di bawah tangan dan mendatar sesuai SOP
4. Menganalisis penyebab gangguan kesehatan dan kecelakaan kerja (K3) dan penggunaan alat pelindung diri (APD) pada pekerjaan las busur manual (SMAW) sesuai persyaratan keselamatan dan kesehatan kerja (K3)
5. Mengikuti persyaratan K3 pada bengkel las dan prosedur penanganan keadaan darurat (*emergency procedure*)
6. Membedakan elektroda SMAW berdasarkan kodefikasi elektroda.
7. Mengelas pada posisi 1F/PA, 2F/PB, 1G/PA, 2G/PC sesuai *standard operational procedure* (SOP).

C. Peta Kompetensi

Adapun Kompetensi yang harus dicapai melalui modul ini adalah sebagai berikut:

20.23 Mengelas dengan proses las oksi-asetilen (OAW) dalam pekerjaan fabrikasi logam	20.23.1 Menganalisis penggunaan peralatan las oksi-asetilen (OAW) sesuai SOP.
	20.23.2 Memasang dan membuka perlengkapan las oksi-asetilen (OAW) sesuai SOP.
	20.23.3 Menentukan bahan-bahan las oksi-asetilen (OAW) sesuai SOP.
	20.23.4 Mengelas dengan proses OAW pada posisi di bawah tangan dan mendatar sesuai SOP.
20.24 Mengelas dengan proses las busur manual (SMAW) pada posisi di bawah tangan dan mendatar	20.24.1 Menganalisis penyebab gangguan kesehatan dan kecelakaan kerja (K3) dan penggunaan alat pelindung diri (APD) pada pekerjaan las busur manual (SMAW) sesuai persyaratan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).
	20.24.2 Mengikuti persyaratan K3 pada bengkel las dan prosedur penanganan keadaan darurat (<i>emergency procedure</i>).
	20.24.3 Menentukan peralatan SMAW dan mengatur (<i>setting</i>) penggunaan mesin las sesuai referensi.
	20.24.4 Memilih penggunaan elektroda SMAW sesuai jenis bahan dan konstruksi sambungan las.
	20.24.5 Mengelas pada posisi 1F/PA, 2F/PB, 1G/PA, 2G/PC sesuai <i>standard operational procedure</i> (SOP).

D. Ruang Lingkup

Modul Las Oksi-asetilen dan Las Busur Manual Dasar ini berisikan Bab Pendahuluan, Bab Kegiatan Pembelajaran yang terdiri dari 7 Kegiatan Pembelajaran, Bab Penutup, Daftar Pustaka, dan Glosarium.

E. Saran Penggunaan Modul

Agar dapat menguasai materi modul ini, maka beberapa hal yang harus Anda perhatikan adalah:

1. Pahami terlebih dahulu tujuan yang hendak dicapai setelah Anda mempelajari modul ini.
2. Pelajari, kuasai, dan yakinkan diri Anda bahwa Anda telah benar-benar menguasai kompetensi tersebut sebelum Anda mempelajari kompetensi selanjutnya.
3. Jika Anda mempelajari modul ini melalui bimbingan maka Anda boleh bertanya dan meminta mendemonstrasikan hal-hal yang belum Anda pahami.
4. Kerjakanlah latihan/tugas/evaluasi yang diberikan setelah Anda mempelajari dan kuasai materi tersebut, agar Anda dapat mengukur kemampuan Anda.
5. Untuk memberikan kebenaran dari hasil latihan/tugas/evaluasi Anda, gunakan kunci jawaban yang disediakan.
6. Untuk kegiatan praktik, gunakan format penilaian yang disediakan, agar kompetensi yang diharapkan dapat tercapai.
7. Semua tugas wajib diselesaikan oleh semua peserta pelatihan. Pengerjaan tugas yang bersifat teori ditulis pada lembar jawaban terpisah. Pengerjaan tugas yang bersifat praktik dikerjakan di laboratorium, bengkel, atau di lapangan.



Kegiatan Pembelajaran 1

Peralatan Las Oksi-Asetilen

A. Tujuan Pembelajaran

Disediakan bahan ajar (modul) dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja, maka setelah mempelajari kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu

1. Menerapkan penggunaan peralatan utama, alat-alat bantu dan K3 pada las OAW sesuai prosedur operasional standar (SOP).
2. Menerapkan konsep dan prinsip pencegahan kecelakaan kerja pada las oksi-asetilen sesuai referensi dan peraturan atau perundangan yang berlaku.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

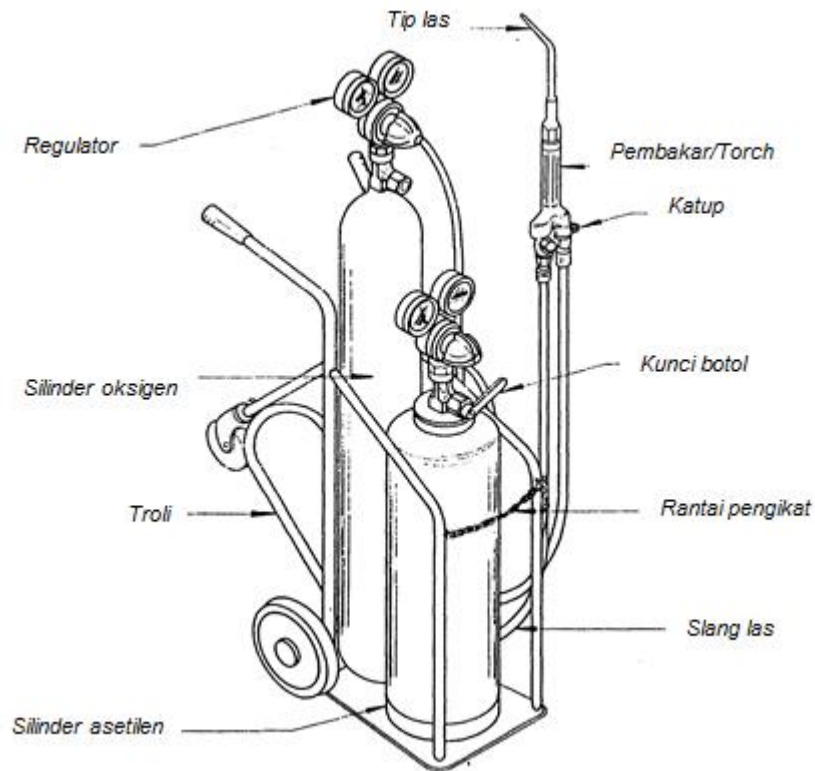
20.23.1. Menggunakan peralatan las oksi-asetilen (OAW) sesuai SOP:

C. Uraian Materi

1. Peralatan Las Oksi-asetilen

Proses las oksi-asetilen atau OAW (*Oxy Acetylene Welding*) adalah proses las cair (*fusion welding*) yang panasnya berasal dari nyala api gas untuk memadukan atau mencairkan logam yang disambung. Panas yang ditimbulkan dari proses pembakaran campuran oksigen dan asetilen menghasilkan nyala api gas atau disebut juga nyala api las. Dalam penerapannya, las oksi-asetilen ini dapat dilakukan dengan atau tanpa bahan tambah/pengisi (kawat las), dan dapat digunakan untuk bahan dari yang tipis sampai dengan ketebalan yang sedang.

Dalam melakukan pengelasan dengan OAW diperlukan perlengkapan las yang terdiri dari peralatan utama, alat-alat bantu, serta alat-alat keselamatan dan kesehatan kerja. Umumnya peralatan las dengan OAW ditempatkan pada troli sehingga mudah dipindah-pindah. Berikut ini adalah gambar satu set peralatan las oksi asetilen.



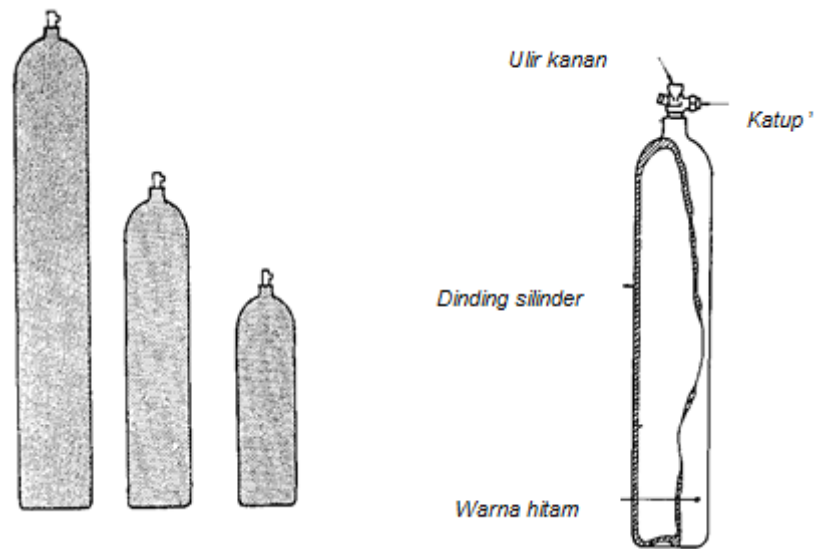
Gambar 1. Peralatan Las Oksi Asetilen

1.1 Peralatan Utama

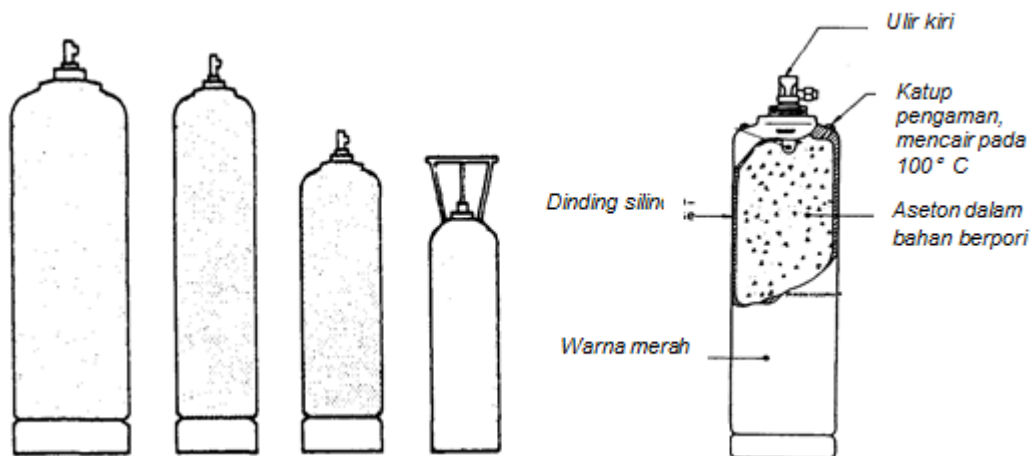
a. Silinder Gas Oksigen dan Asetilen

Gas oksigen dan asetilen disimpan dalam silinder dalam berbagai ukuran dengan standar pengamanan tertentu. Ukuran-ukuran silinder oksigen dan asetilen bermacam-macam, tergantung kebutuhan pekerjaan, namun yang umum dipakai adalah mulai dari 3500 liter, 5000 liter, 6000 liter dan 7000 liter.

Adapun standar warna silinder asetilen adalah merah, silinder oksigen biasanya adalah biru atau hitam, namun ada juga pabrik tertentu membuat standar warna tersendiri.



Gambar 2. Silinder Oksigen



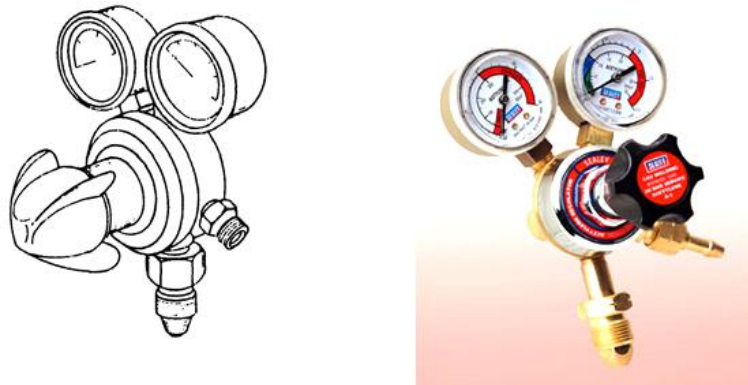
Gambar 3. Silinder Asetilen

b. Regulator

Regulator atau alat pengatur tekanan adalah perlengkapan las oksi asetilen yang penting. Alat ini berfungsi untuk:

- mengetahui tekanan isi silinder;
- mengatur tekanan isi menjadi tekanan kerja;
- mengetahui tekanan kerja;
- menjaga tekanan kerja agar tetap (konstan) meskipun tekanan isi berubah-ubah;

- e. mengamankan silinder, apabila terjadi nyala balik.



Gambar 4. Regulator Oksigen dan Asetilen

Pada regulator terdapat dua buah alat penunjuk tekanan atau biasa disebut manometer, yaitu manometer tekanan isi silinder dan manometer tekanan kerja. Manometer tekanan isi mempunyai skala lebih besar bila dibandingkan dengan manometer tekanan kerja.

Untuk memudahkan dalam mengidentifikasi regulator, maka regulator asetilen dan regulator oksigen dibedakan, baik bentuk ulirnya maupun warnanya.

- a. Regulator asetilen berulir kiri

Pada waktu mengikat, putaran ulirnya ke arah kiri atau berlawanan dengan arah jarum jam, sedangkan untuk membuka diputar ke arah kanan atau searah dengan jarum jam.

- b. Regulator oksigen berulir kanan

Pada waktu mengikat putaran ulirnya ke arah kanan atau searah dengan jarum jam, sedangkan untuk membuka diputar ke arah kiri atau berlawanan dengan arah jarum jam.

- c. Warna bak manometer

Regulator oksigen terdapat tulisan “oksigen”, warna bak biru/hitam atau abu-abu.

Pada regulator asetilen terdapat tulisan “asetilen”, warna bak pada umumnya berwarna merah.

c. Slang Gas

Fungsi slang gas adalah untuk mengalirkan gas dari silinder ke pembakar; terbuat dari karet yang berlapis-lapis dan diperkuat oleh serat-serat bahan tahan panas.



Gambar 5. Slang gas

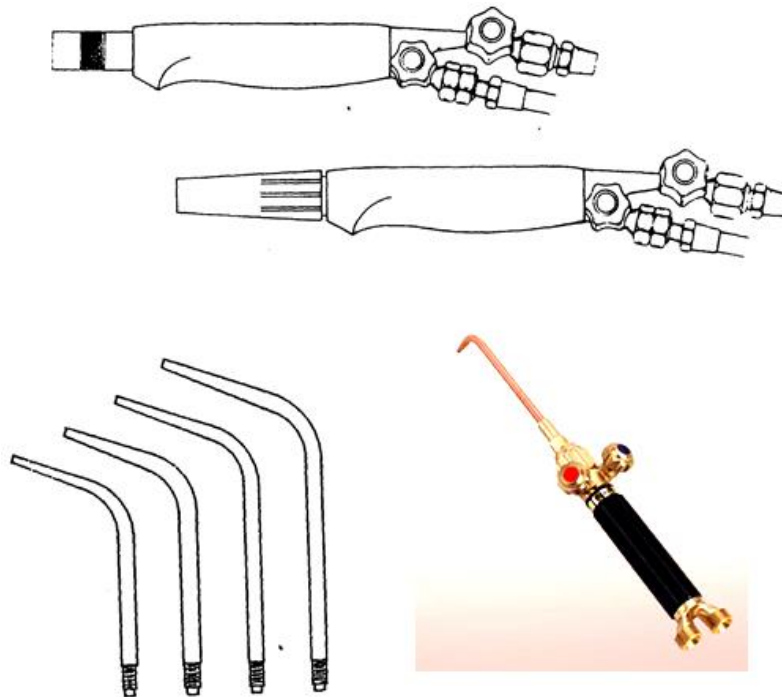
Faktor keamanan pada slang gas harus menjadi perhatian, karena kebocoran slang akan menimbulkan bahaya kebakaran, oleh karena itu slang gas mempunyai sifat:

- kuat, yakni harus tahan tekanan 10 Kg/cm², slang oksigen harus tahan terhadap tekanan 20 Kg/cm²;
- tahan panas;
- tidak kaku/fleksibel.

d. Pembakar (Torch) dan Tip Las

Pembakar (*torch*) dan tip las merupakan alat utama dalam proses las oksidasetilen. Alat ini berfungsi untuk :

- Mencampur gas oksigen dan gas asetilen
- Mengatur pengeluaran gas
- Mengadakan nyala api



Gambar 6. Pembakar (Torch) dan Tip Las

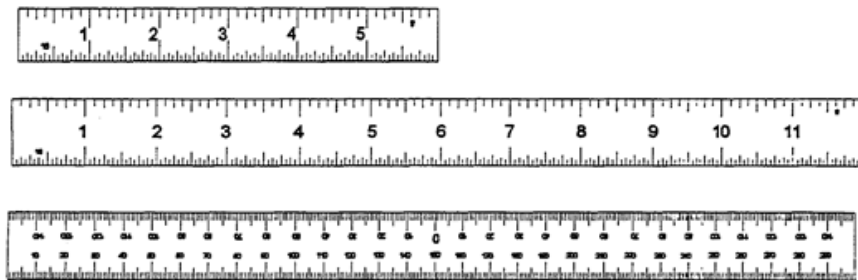
1.2. Alat-alat Bantu Las Oksi Asetilen

Untuk melakukan pengelasan dengan proses las oksi asetilen, pada dasarnya tidak memerlukan banyak alat bantu, kecuali alat-alat yang dipakai di bengkel-bengkel pada umumnya. Namun demikian, dalam melakukan latihan keterampilan las oksi asetilen, maka alat-alat bantu yang disarankan dan perlu disediakan pada bengkel las oksi asetilen adalah: (1) alat ukur (mistar baja/rol meter), (2) siku, (3) palu konde, (4) penggores, (5) penitik, (6) sikat baja, dan (7) *Smith Tang* (tang panas).

a. Mistar Baja

Mistar baja (*steel rule*) adalah alat ukur yang terbuat dari baja tahan karat (*stainless steel*). Permukaan dan bagian sisinya rata dan halus, di atasnya terdapat guratan-guratan ukuran, ada yang dalam satuan inchi, sentimeter dan ada pula yang gabungan inchi dan sentimeter/milimeter.

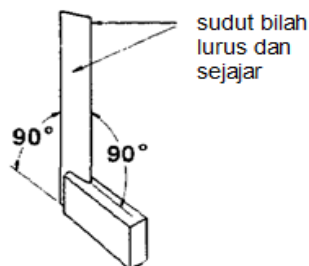
Fungsi lain mistar baja adalah untuk: mengukur lebar, mengukur tebal, dan untuk memeriksa kerataan suatu permukaan benda kerja.



Gambar 7. Mistar baja metrik dan imperial

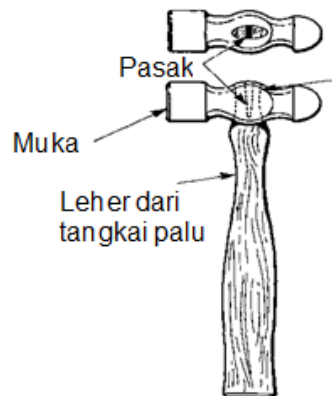
b. Siku

Untuk proses persiapan pada las oksi asetilen dapat digunakan bermacam jenis siku, yakni sesuai dengan kebutuhan pekerjaan. Salah satunya yang banyak dipakai adalah jenis siku balok; digunakan untuk menyikukan benda kerja dan memeriksa kerataan benda kerja serta menarik garis siku.



Gambar 8. Siku balok

c. Palu Konde



Gambar 9. Palu konde

Palu konde, dipergunakan untuk berbagai macam keperluan (bersifat umum) dan muka berbentuk setengah bola (*ball pein*) digunakan untuk membentuk kepala paku keling. Bagian muka yang rata/agak cembung ini digunakan untuk memukul pahat, penitik, atau memukul benda kerja.

2. Perlengkapan K3 dan Pencegahan Kecelakaan Kerja

2.1. Perlengkapan K3

Hal yang paling mendasar yang perlu diperhatikan dalam pekerjaan yang mengandung resiko kecelakaan adalah melakukan pekerjaan sesuai standar operasional prosedur (SOP) yang telah ditentukan dan bekerja secara serius, serta hati-hati di setiap langkah pekerjaan. Namun demikian, ada kelengkapan kerja yang perlu disiapkan dan hal-hal yang perlu diperhatikan agar terhindar dari kecelakaan kerja, yakni sebagai berikut:

- a. Menggunakan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) berupa alat pelindung diri (APD) atau *personal protective equipment (PPE)* yang dipersyaratkan, antara lain: pakaian kerja, apron/jaket las, sarung tangan, kaca mata las (*goggles*), sepatu *safety*, dan *ear plug*, dan lain-lain.



Gambar 10. Contoh APD

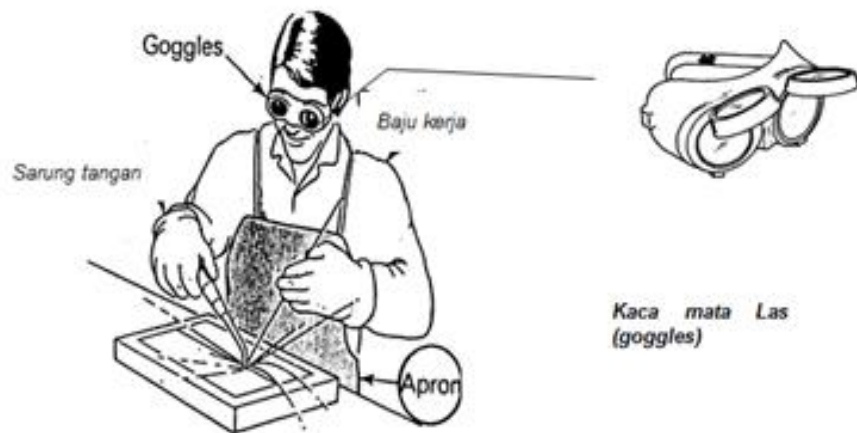
Penggunaan APD dalam melakukan pengelasan adalah untuk melindungi diri sendiri dari cahaya dan panas yang ditimbulkan oleh proses las oksi asetilen.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan peralatan K3 adalah:

- Tindakan terbaik adalah bila peserta pelatihan memakai baju dari bahan yang tidak mudah terbakar, celana yang kuat dan sepatu *boot* atau sepatu keselamatan kerja (*safety shoes*) yang sesuai. Pakaian tersebut sebaiknya dilindungi oleh sarung tangan yang panjang, penutup sepatu, apron yang menutup seluruh badan yang semuanya dibuat dari kulit.
- Sebaiknya peserta pelatihan tidak memakai pakaian dari nilon atau kain yang sejenis atau kaos kaki dari plastik. Pakaian yang dibuat dari bahan tersebut adalah berbahaya bila hal itu berhubungan/bersentuhan dengan panas atau api.
- Rambut harus ditutup dengan topi yang nyaman. Peserta pelatihan juga harus memakai kacamata las yang dibuat dari kaca atau plastik ringan.

- Ukuran kaca penyaring sebaiknya sesuai dengan yang dianjurkan yaitu *shade* 4 sampai 6 untuk pengelasan secara umum.

Berikut ini adalah gambar yang mengilustrasikan bagaimana selayaknya peserta pelatihan menggunakan APD dalam melakukan mengelas dengan proses las oksi asetilen.



Gambar 11. Contoh Penggunaan APD

- Menggunakan pembatas atau pelindung daerah kerja agar orang lain tidak terganggu, atau bekerja di tempat yang terpisah dari pekerjaan lain. Hal tersebut diperlukan karena dalam proses las kadangkala perlu penanganan material dengan menggunakan alat berat, misal forklif untuk mengangkat atau memindahkan benda kerja.
- Melengkapi daerah kerja (bengkel) dengan rambu-rambu keselamatan kerja.



Pada bengkel-bengkel kerja las, terutama pada industri yang mempekerjakan banyak orang, maka rambu-rambu penggunaan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja serta tanda-tanda peringatan amatlah penting. Hal ini adalah demi terhindarnya seluruh orang (pekerja dan non pekerja) dari resiko kecelakaan.

Untuk itu, pada tempat-tempat atau daerah kerja yang memerlukan penggunaan alat-alat keselamatan kerja harus diberi tanda peringatan/rambu-rambu yang mengharuskan seseorang yang bekerja

atau berada ditempat tersebut untuk menggunakan APD yang ditentukan untuk bekerja/berada daerah tersebut.

Berikut ini adalah contoh-contoh rambu-rambu keselamatan kerja yang banyak digunakan pada bengkel secara umum.

No.	RAMBU-RAMBU	ARTI RAMBU-RAMBU
1.		Helm pengaman harus dipakai!
2.		Sepatu kerja/pengaman harus dipakai!
3.		Sarung tangan harus dipakai!
4.		Kaca mata pengaman harus dipakai!
5.		Pengaman telinga harus dipakai!

No.	RAMBU-RAMBU	ARTI RAMBU-RAMBU
6.		Saringan pernafasan harus dipakai!
7.		Hati-hati!

Catatan:

Penempatan rambu-rambu disesuaikan dengan kondisi dan tuntutan pekerjaan.

- d. Menyediakan obat-obatan untuk pertolongan pertama pada kecelakaan (PPPK).

Resiko kecelakaan yang banyak terjadi pada kerja las oksi asetilen adalah jenis luka bakar dan goresan ringan sampai sedang. Luka bakar dapat terjadi pada seluruh anggota tubuh, terutama pada tangan dan kaki, baik diakibatkan oleh panas langsung, benda kerja yang panas ataupun oleh sinar las, serta oleh percikan api las. Adapun luka tergores atau terpotong dapat disebabkan oleh sisi-sisi tajam benda kerja ataupun oleh alat-alat bantu las.

Secara umum obat-obatan yang perlu disediakan pada bengkel las adalah obat-obatan yang umum dipakai pada bengkel-bengkel kerja pada umumnya. Untuk obat-obatan mata, diperlukan obat tetes khusus untuk mata disamping obat pembersih mata yang dipakai sebelum obat tetes (*boor water*).

Berikut ini adalah macam-macam obat-obatan/peralatan PPPK yang disarankan untuk disediakan pada bengkel las dengan gas:

1. Obat luka bakar (misalnya *Livertran* atau sejenisnya);

2. Obat luka (misalnya *Betadine* atau obat merah, untuk luka tergores/terpotong ringan sampai dengan sedang);
3. Pembersih mata (misalnya *boor water*, untuk pembersih mata sebelum diberi obat tetes mata);
4. Obat tetes mata (sesuai anjuran dokter atau yang umum tersedia dipasaran);
5. Verban, kapas, *band aid* (seperti Tensoplast, Handyplast, dan lain-lain).

2.2. Pencegahan Kecelakaan Kerja

Pekerjaan las oksidasi asetilen merupakan salah satu jenis pekerjaan yang cukup berpotensi menyebabkan gangguan terhadap kesehatan dan dapat menyebabkan kecelakaan kerja.

Gangguan kesehatan dan kecelakaan secara umum dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yakni operator atau teknisi las itu sendiri, mesin dan alat-alat las, serta lingkungan kerja. Adapun secara rinci gangguan kesehatan atau kecelakaan tersebut dapat disebabkan oleh hal-hal berikut: (1) kelalaian operator/teknisi, (2) kondisi peralatan yang tidak layak pakai, (3) sinar las, (4) debu dan asap, (5) panas/api, (6) kejatuhan benda, serta (7) bising/suara di atas standar pendengaran.

a. Kelalaian

Kelalaian dalam bekerja adalah penyebab kecelakaan kerja yang sering terjadi pada kerja las oksidasi asetilen. Bentuk kelalaian tersebut diantaranya: tidak mengikuti instruksi dan prosedur kerja (SOP) yang ditentukan, tidak menggunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang dianjurkan, melakukan tindakan “bodoh” (bermain-main sambil bekerja atau tidak serius), dan tidak peduli dengan daya tahan tubuh dalam bekerja sehingga terjadi kelelahan kerja.

b. Kondisi peralatan

Kondisi peralatan yang tidak dilengkapi pengaman atau kondisi tidak aman, akan sangat memungkinkan terjadinya kecelakaan, terutama jika pada kondisi tersebut tidak adanya rambu-rambu peringatan serta

kurangnya kepedulian terhadap ancaman bahaya kecelakaan. Misalnya, slang gas yang sudah tidak layak pakai (retak), sehingga akan dapat bocor dan akan menimbulkan bahaya kebakaran atau ledakan kapan saja tanpa ada peringatan. Demikian juga perlengkapan yang tidak layak pakai atau kurang perawatan akan menyebabkan tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

c. Sinar las

Dalam proses las oksi asetilen akan menimbulkan sinar/cahaya, dimana cahaya yang dominan hanyalah cahaya tampak yang cukup terang. Walaupun cahaya ini tidak begitu kuat atau tidak sekuat cahaya pada pekerjaan las listrik, namun akan berdampak pada kelelahan mata jika tidak menggunakan kaca penyaring yang sesuai. Cahaya tampak yang terang dan menyilaukan yang masuk ke mata akan diteruskan oleh lensa dan kornea mata ke retina mata. Bila cahaya ini terus menerus masuk ke mata, maka mata akan segera menjadi lelah dan sakit. Rasa lelah dan sakit pada mata sifatnya hanya sementara, namun kalau terjadi berulang-ulang dan dalam waktu yang lama, maka akan berpengaruh pada saraf-saraf disekitar mata, sehingga akan dapat menimbulkan rasa sakit pada mata dan pusing/sakit kepala.

d. Debu dan Asap

Debu pada proses las ditimbulkan dari kotoran yang menempel pada permukaan bahan atau karat dan terak-terak halus yang dihasilkan oleh proses las. Sedangkan asap ditimbulkan oleh proses penyalan api las, misalnya saat “nyala awal”.

Debu dan asap yang ditimbulkan oleh proses las oksi asetilen, terutama pada pengelasan bahan yang telah berkarat dapat terhisap dan akan masuk ke rongga paru-paru, sehingga akan menimbulkan penyakit, seperti batuk dan sesak napas dan lain sebagainya.

e. Panas

Panas yang ditimbulkan oleh proses las oksi asetilen berasal dari api las, panas bahan yang dilas, maupun dari loncatan logam cair.

Sebagaimana umumnya benda panas, maka panas yang terjadi akibat proses las perlu diperhatikan dengan baik, karena resiko kecelakaan akibat panas benda kerja cukup sering terjadi apabila tidak mengikuti prosedur kerja dan tidak mengindahkan penggunaan alat-alat keselamatan dan kesehatan kerja.

Adapun kemungkinan kecelakaan yang terjadi antara lain adalah luka bakar pada tangan saat memegang bahan las tanpa menggunakan tang panas/sarung tangan atau oleh loncatan api las/cairan las yang mengenai bagian tubuh yang terbuka (misalnya kepala) atau kaki.

Luka bakar yang diakibatkan oleh proses pengelasan adalah karena adanya pencairan benda kerja antara 1200–1500° C. Hal ini dapat mengakibatkan luka bakar pada kulit, sehingga dapat menyebabkan kulit melepuh/terkelupas.

f. Kejatuhan benda

Resiko kejatuhan benda saat kerja las dapat saja terjadi, terutama ketika persiapan las (*setting*) dan melakukan perbaikan atau membersihkan hasil las. Untuk itu, kehati-hatian dalam bekerja sangat dituntut dalam hal ini, karena kejatuhan benda kerja dapat mengakibatkan cedera ringan sampai berat, misalnya luka atau memar.

g. Bising/suara di atas standar pendengaran

Standar kemampuan pendengaran manusia adalah sekitar 85 desibel (dB) dan akan mengganggu (merasa sakit) pada alat pendengaran bila suara yang ditimbulkan tersebut (tingkat kebisingannya) di atas 120 dB.

Pada proses las dengan gas oksi-asetilen, relatif tidak bising, namun kebisingan akan terjadi saat memukul/meratakan benda kerja di atas landasan, atau menggerinda benda kerja yang relatif tipis.

Untuk itu, dianjurkan untuk menggunakan alat pelindung telinga (*ear plug*), jika suara yang ditimbulkan mengganggu pendengaran/bising.

Tugas 2.1

Setelah mempelajari materi tentang keselamatan dan kesehatan kerja las oksi-asetilen, peserta pelatihan membentuk kelompok yang terdiri dari 4-5 orang, kemudian lakukan kegiatan sebagai berikut:

- *Lakukan observasi terhadap kondisi dan kelengkapan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja pada bengkel las oksi asetilen tempat peserta pelatihan akan melakukan praktik las.*
- *Masing-masing peserta pelatihan harus membuat catatan masing-masing tentang kegiatan dan hasil observasinya.*
- *Buatlah/ kembangkan instrumen observasi sesuai kebutuhan.*
- *Diskusikan hasil observasi peserta pelatihan dengan sesama teman satu kelompok, kemudian buat laporan singkat tentang temuan/ hasil observasi yang peserta pelatihan lakukan.*
- ***Pilihlah salah seorang dari kelompok peserta pelatihan untuk menjadi “presenter”.***
- *Presentasikan hasil observasi kelompok peserta pelatihan kepada guru dan teman-teman kelompok lain.*

D. Rangkuman

Setiap pekerjaan akan ada resikonya baik kecil ataupun besar. Seorang teknisi atau operator las harus memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja karena dapat mengganggu kesehatan dan berbagai resiko kecelakaan, yang disebabkan oleh: operator atau teknisi las itu sendiri, mesin dan alat-alat las, serta lingkungan kerja.

Kecelakaan kerja tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi, namun dapat diminimalisir serta dicegah sebelum kecelakaan itu datang dengan melakukan pekerjaan menurut teknik dan prosedur yang benar serta harus memperhatikan kondisi kesehatan sebelum melakukan pekerjaan. Disamping itu, kita juga harus peduli terhadap rambu-rambu keselamatan dan memperhatikan penggunaan APD untuk melindungi diri dari resiko mengganggu kesehatan dan kecelakaan

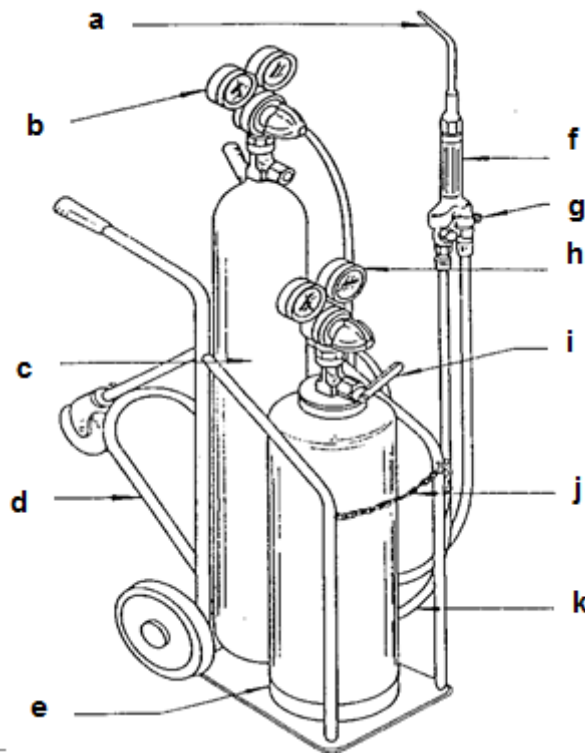
yang diakibatkan oleh: kelalaian, alat-alat/mesin yang tidak dilengkapi oleh pengaman atau tidak layak pakai, debu dan asap, panas/api, kejatuhan benda, serta bising/suara di atas standar pendengaran.

Pertolongan pertama pada kecelakaan perlu dilakukan dan merupakan tindakan pertama jika terjadi suatu kecelakaan. Untuk itu, seorang operator las sedikitnya perlu mengetahui langkah-langkah dalam penanganan kecelakaan dan penggunaan obat-obat yang diperlukan untuk tindakan tersebut, antara lain: obat luka bakar, obat luka, pembersih dan obat tetes mata, serta verban/*band aid*, dsb.

E. Evaluasi

Untuk mengukur hasil belajar Anda tentang materi Peralatan Las Oksi-asetilen, maka kerjakanlah soal-soal berikut ini secara seksama.

1. Tuliskan nama-nama bagian peralatan las oksi-asetilin berdasarkan gambar berikut :



- a.
- b.
- c.
- d.
- e.
- f.
- g.
- h.
- i.
- j.
- k.

2. Apa fungsi regulator dalam kegiatan pengelasan oksi-asetilin?

-
-
-

3. Apa fungsi pembakar dan tip las dan jelaskan cara-cara penanganan keselamatan kerjanya.

-
-

-

4. Uraikan bentuk-bentuk kelalaian dalam pekerjaan las oksasi-asetilen yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja atau gangguan pada kesehatan kerja..

-
-
-



Kegiatan Pembelajaran 2

Pemasangan dan Pemeriksaan Peralatan Las Oksi-Asetilen

A. Tujuan Pembelajaran

Disediakan bahan ajar (modul) dan peralatan las oksi-asetilen, maka setelah mempelajari kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu:

1. Menguraikan langkah-langkah/prosedur pemasangan peralatan las-asetilin (OAW) menggunakan perlengkapan yang relevan.
2. Menentukan langkah-langkah penanganan peralatan las oksi-asetilen sesuai SOP.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

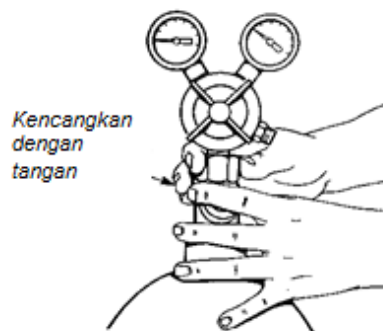
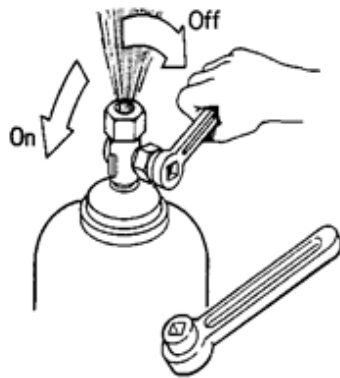
20.23.2. Memasang dan membuka perlengkapan las oksi-asetilen (OAW) sesuai SOP

C. Uraian Materi

1. Prosedur Memasang Peralatan Las Oksi-asetilen

Peralatan las oksi-asetilen perlu dipasang dengan benar sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP), karena pemasangan yang salah akan berakibat pada fungsi peralatan dan akan berisiko menimbulkan kecelakaan kerja.

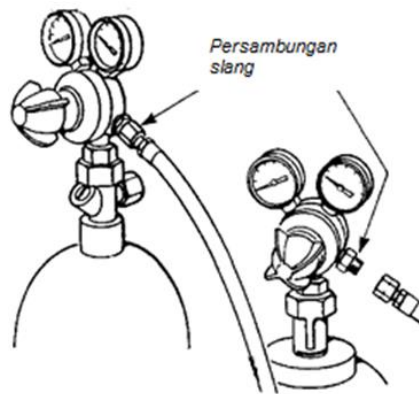
Untuk itu, peralatan las oksi-asetilen harus dipasang sesuai SOP, dengan langkah-langkah sebagai berikut.



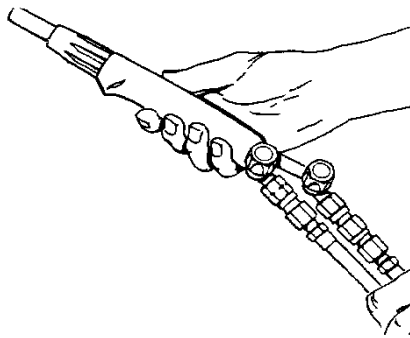
1. Letakkan silinder oksigen dan asetilen pada troli dalam keadaan berdiri tegak dan ikat dengan rantai pengaman. Buka segelnya pada masing-masing silinder.
2. Buka katup silinder oksigen dan asetilen secara berurutan, dengan cara:
 - Buka katup silinder oksigen dan segera tutup kembali, hal ini dilakukan dengan cepat (kira-kira dalam waktu $\frac{1}{2}$ detik), dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran pada dudukan regulator (katup socket).
 - Lakukan hal yang sama untuk silinder asetilen
3. Pasanglah regulator oksigen dan asetilen secara bergantian pada masing-masing silinder, dengan cara:
 - Silinder oksigen mempunyai ulir kanan, silinder asetilen mempunyai ulir kiri.
 - Kencangkan dengan tangan untuk memastikan bahwa regulator sudah terpasang pada ulir dengan benar.
 - Lanjutkan pengencangan dengan menggunakan kunci

pas (*spanner*) yang benar

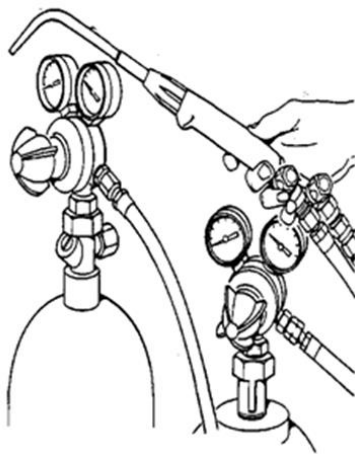
- Periksa kran penyetel tekanan (pressure adjusting screw) pada kedua regulator, kran ini harus dalam keadaan kendor.
- Periksa kran penyetel tekanan (pressure adjusting screw) pada kedua regulator, kran ini harus dalam keadaan kendor.
- Buka katup silinder, gunakan kunci silinder yang benar dan perlahan-lahan putar kira-kira satu setengah putaran.



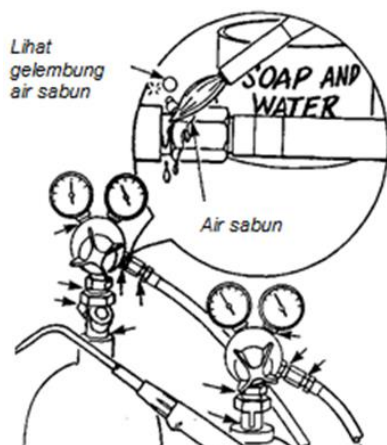
4. Pasanglah masing-masing slang las ke regulator, kemudian gunakan kunci silinder (*cylinder key*) serba guna untuk mengencangkan sambungan tersebut hingga kencang;
5. Pasanglah slang pada pembakar.
6. Pasanglah tip las pada pembakar:
 - Pilih tip las yang sesuai dengan pekerjaan dan kencangkan dengan tangan (me-ngencangkan tip las hanya diperkenankan dengan ke-kuatan tangan, tidak boleh menggunakan alat yang lain);
 - Periksa dan kencangkan kembali semua sambungan



yang sudah selesai dipasang,
dan periksa semua
sambungan dari kebocoran



- Pemeriksaan semua sambungan:
- Buka silinder oksigen katup kira-kira 1 sd 1,5 putaran hingga jarum manometer tekanan menunjuk angka tertentu, sesuai dengan tekanan isi silinder
- Putar kran pengatur tekanan regulator oksigen sehingga menunjukkan tekanan 50 kPa atau yang setara, demikian juga untuk regulator asetilen.
- Oleskan air sabun pada setiap sambungan dengan menggunakan kuas. Kebocoran gas dapat diketahui dengan adanya gelembung-gelembung air sabun pada sambungan, bahkan kalau ada kebocoran yang cukup besar akan ada bunyi berdesis.



- Apabila terjadi kebocoran hendaknya mur penghubung atau klem slang dikencangkan lagi dengan menggunakan alat yang sesuai.

PERHATIAN :

1. *Sambungan-sambungan yang perlu diperiksa dari kebocoran adalah :*
 - *Silinder dengan regulator;*
 - *Regulator dengan slang las;*
 - *Slang las dengan pembakar;*
 - *Pembakar dengan tip/ mulut pembakar.*
2. *Selama melakukan pemasangan peralatan las oksidasetilen, yakinkan bahwa :*
 - *Alat-alat/ kunci terbebas (bersih) dari bahan yang mengandung minyak/ oli;*
 - *Tidak ada sumber api di dekat/ sekitar peralatan las yang sedang dipasang.*
 - *Selalu hati-hati, karena sedikit "kelalaian" dapat berakibat kecelakaan fatal.*

Jangan melakukan pemasangan peralatan tanpa bimbingan atau pengawasan guru/ instruktur

Tugas 7.2

Setelah mempelajari dan mendapatkan penjelasan, serta demonstrasi tentang pemasangan peralatan las oksi asetilen, coba lakukan kegiatan sebagai berikut:

- *Buatlah langkah kerja pemasangan peralatan las oksi asetilen dengan bahasa sendiri (jika perlu lengkapi dengan gambar).*
- *Coba lakukan latihan melepas/memasang peralatan las secara bergantian, dengan pengawasan widyaiswara/instruktur;*
- *Tanyakan kepada widyaiswara/instruktur hal-hal yang kurang dimengerti, sehingga yakin bahwa kalian “mampu” melakukannya sendiri.*

2. Prosedur Penanganan Peralatan Las Oksi-asetilen

2.1. Penanganan Silinder Oksigen

Oksigen itu sendiri tidak dapat menyala dan meledak. Walaupun demikian oksigen akan menyebabkan bahan terbakar dengan tidak terkendali. Silinder oksigen pada dasarnya adalah untuk menyimpan gas oksigen dengan tekanan maximum 150 kg/cm² (2200 psi). Silinder ini dilengkapi dengan alat pengaman berupa “katup” pada silinder. Isi silinder oksigen dapat dihitung dengan mengalikan volume silinder dengan tekanan di dalamnya. Misalnya volume silinder 40 liter dan tekanan isi silinder 150 kg/cm², maka isi oksigen adalah: $40 \times 150 = 6000$ liter.

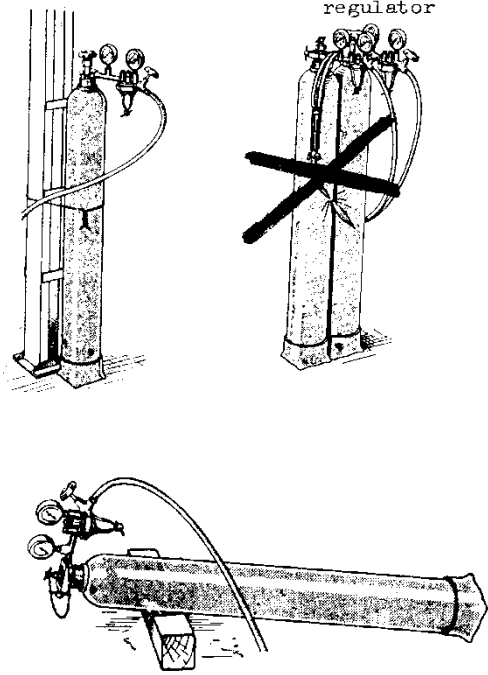
Secara umum hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menangani silinder oksigen adalah:

- Jangan mengoperasikan alat pneumatik dengan oksigen;
- Jangan menggunakan oksigen untuk pengecatan dengan spray;
- Jangan menggunakan oksigen sebagai pengganti udara yang dimanfaatkan;
- Jangan menghembus pipa, bejana atau tangki dengan oksigen;

- Jangan menggunakan oksigen untuk penyegaran udara, membersihkan asap dalam ruang tertentu atau mendinginkan diri kalian pada cuaca yang panas.

Oleh sebab itu, maka silinder oksigen harus ditangani secara baik, agar tidak menimbulkan bahaya-bahaya yang tidak diinginkan.

Adapun teknik-teknik penanganan silinder oksigen adalah sebagai berikut :

Gambar	Penjelasan
	<ul style="list-style-type: none"> • Tangani silinder-silinder dengan hati-hati, tidak boleh terbentur, kena nyala api maupun benda panas. • Silinder-silinder harus selalu dalam keadaan tegak dan terikat dengan baik agar tidak jatuh. • Apabila silinder tidak memungkinkan berdiri tegak dapat juga direbahkan, tetapi manometer harus disebelah atas.
 <p>dilindungi dari panas matahari</p> <p>Ganjal dengan aman</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Panas matahari tidak boleh langsung memanasi silinder, maka silinder dapat dilindungi dengan papan. • Silinder-silinder tidak boleh tergeletak tanpa ganjal yang baik.

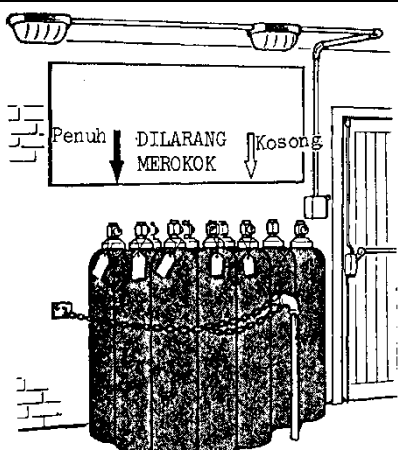
2.2. Penanganan Silinder Asetilen

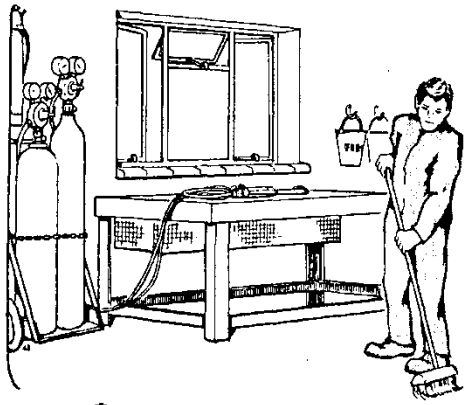
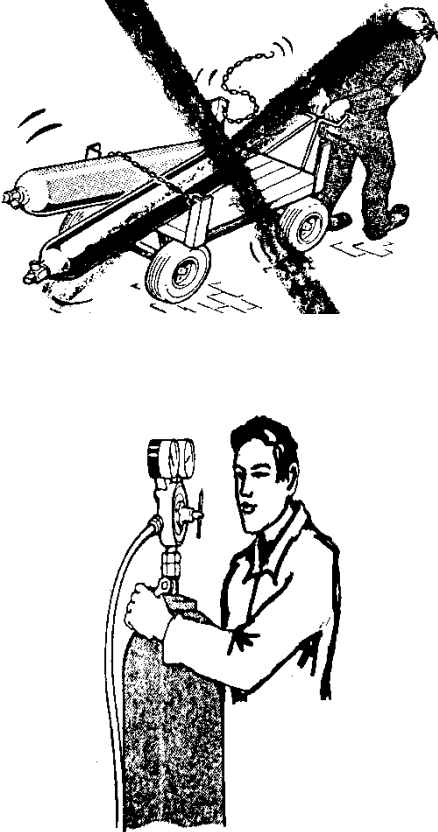
Secara umum hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menangani silinder asetilen adalah sebagai berikut.

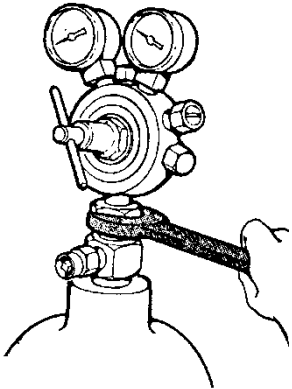
- Jangan mencoba memindahkan gas asetilen dari satu silinder ke silinder yang lain;
- Asetilen dilarutkan dalam cairan aseton di dalam silinder, sehingga dalam penanganan harus selalu diupayakan dalam keadaan tegak;
- Selalu tinggalkan kunci silinder pada silinder apabila sedang digunakan;
- Sumbat pengaman silinder mencair pada 100° C, simpan silinder pada tempat dingin, ventilasi yang baik dan tempat yang terlindung.

Pemotongan oksi asetilen adalah cukup aman bila kalian menggunakan peralatan yang wajar dan bekerja sesuai dengan prosedur.

Adapun teknik-teknik penanganan silinder asetilen adalah sebagai berikut:

Gambar	Penjelasan
	<ul style="list-style-type: none">• Simpan silinder-silinder asetilen ditempat yang dingin, jauh dari panas maupun terik matahari;• Jangan dicampurkan dengan silinder-silinder oksigen;• Nyala lampu gudang penyimpanan harus redup;• Dilarang merokok/menyalakan api didekat silinder-silinder asetilen;

Gambar	Penjelasan
	<ul style="list-style-type: none"> • Pisahkan silinder-silinder yang kosong dan yang penuh. • Bersihkan tempat kerja dari segala kotoran, bebas dari bahan yang mudah terbakar, dan tidak licin.
	<ul style="list-style-type: none"> • Pemindahan silinder-silinder memerlukan penanganan yang teliti; • Hindari silinder-silinder dari terjatuh maupun terbentur secara keras. • Jangan berdiri di depan manometer ketika membuka katup silinder; • Hindarkan pemakaian regulator yang rusak. • Tutup katup silinder bila tidak dipergunakan. Jika terjadi gas bocor ketika katup ditutup: <ol style="list-style-type: none"> 1. Pindahkan silinder ke tempat yang jauh dari motor listrik atau sumber panas terbuka; 2. Jangan merokok dan

Gambar	Penjelasan
	<p>hindari dari percikan api;</p> <p>3. Jika terjadi kebocoran disekeliling spindle, kencangkan baut mur hingga tidak terjadi kebocoran;</p> <p>4. Laporkan kepada penjual jika silinder tetap bocor.</p>

PERHATIAN :

Gas asetilen sangat mudah terbakar bila bercampur dengan oksigen atau udara. Kebocoran berarti mengundang bahaya kebakaran.

2.3. Penanganan Regulator

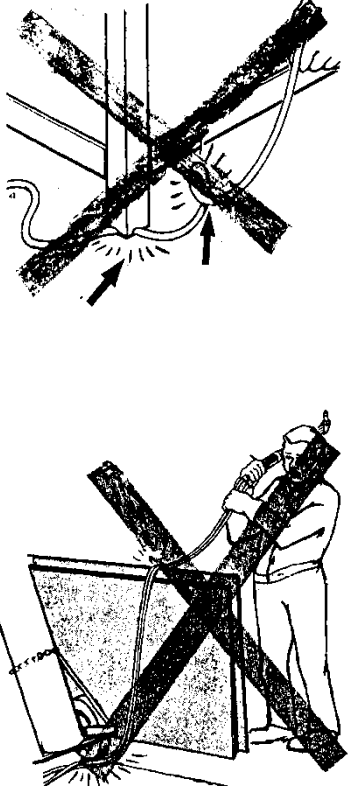
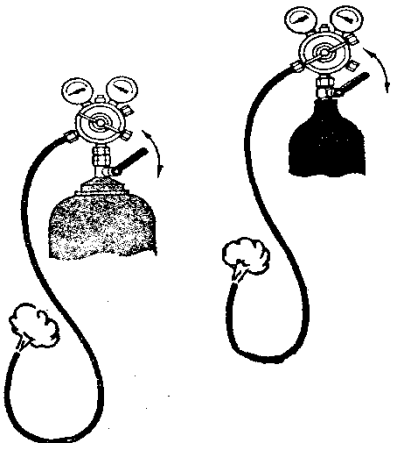
- Jangan sekali-kali mencoba memperbaiki regulator jika tidak pernah dilatih untuk itu, karena pengerjaan secara tidak benar dapat menyebabkan resiko yang tidak diinginkan;
- Jangan mengoleskan oli atau *grease* pada regulator;
- Jangan menangani regulator dengan menggunakan sarung tangan, kain atau tangan yang beroli;
- Jika pada manometer, tiba-tiba tekanannya naik saat katup pada pembakar (*blowpipe*) tertutup, maka segera tutuplah katup tabung dan segera perbaiki regulatornya. Walaupun tidak begitu berbahaya, tetapi dapat menyebabkan hasil pemotongan yang kurang baik;
- Sebelum membuka katup silinder kendorkan selalu tombol penyetel regulator sampai putaran penuh. Kenaikan tekanan secara mendadak

di dalam regulator akan menimbulkan tegangan pada mekanisme alat dan menyebabkan kerusakan.

2.4. Penanganan Pembakar dan Tip Las

- Mulut pembakar dibuat dari tembaga, oleh karena itu lunak sehingga harus dilakukan dengan hati-hati sewaktu membersihkannya.
- Gunakan jarum pembersih (*tip cleaner*) dengan ukuran yang tepat untuk menghindari terjadinya kerusakan pada lubang mulut pembakar.
- Jangan melepaskan atau memasang mulut pembakar dalam keadaan panas.
- Jangan menggunakan tang untuk memasang mulut pembakar.

2.5. Penanganan Slang

Gambar	Penjelasan
	<ul style="list-style-type: none"> • Hindarkan pemakaian slang yang panjang (disarankan panjang slang yang dipakai antara 4 sampai 6 meter). Slang panjang cenderung tertekuk atau terpilin; • Jika harus menggunakan slang panjang, pastikan bahwa semua sambungan kencang, dan pastikan bahwa slang terhindar dari kemungkinan terinjak, tertabrak, tertekuk/tepilin; • Hindarkan slang agar tidak terjepit benda keras; • Jaga slang dari permukaan kasar, tepi-tepi tajam ataupun logam panas;
	<ul style="list-style-type: none"> • Pada pemasangan slang baru, tiuplah slang sebentar dengan menggunakan gas dari silinder, maksudnya agar saluran slang betul-betul bersih; • Jangan lupa sewaktu memasang slang, pastikan bahwa slang tidak diletakan pada tempat yang mungkin terinjak atau tertabrak/tergilas oleh roda silinder.

D. Rangkuman

Standar operasional prosedur (SOP) pada pemasangan peralatan oksi-asetilen sangat perlu dipahami, karena pemasangan yang salah akan berakibat pada fungsi peralatan dan akan berisiko menimbulkan kecelakaan kerja.

SOP pemasangan yang perlu dikuasai meliputi: cara membuka katup silinder, pemasangan regulator, pemasangan slang oksigen dan asetilen, pemasangan pembakar dan tip las.

Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan antara lain: perbedaan antara regulator asetilen dan oksigen, termasuk arah (bentuk) ulir, serta cara memeriksa kebocoran setelah dilakukan pemasangan.

E. Evaluasi

Pertanyaan :

1. Apa perbedaan antara regulator asetilen dengan regulator oksigen?
2. Uraikan secara singkat prosedur pemasangan brander las dan tip las.
3. Hal-hal apa yang perlu diperhatikan dalam melakukan pemeriksaan kebocoran sambungan slang, regulator dan pembakar.

Berikan contoh masalah yang mungkin terjadi saat pemeriksaan kebocoran sambungan.



Kegiatan Pembelajaran 3

Pengelasan Posisi di Bawah Tangan dan Mendatar dengan Las Oksi-Asetilen

A. Tujuan Pembelajaran

Disediakan bahan ajar (modul) dan peralatan las oksi-asetilen, maka setelah mempelajari kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu:

1. Menguraikan prosedur umum pada pengelasan dengan las oksi-asetilen.
2. Menguraikan prosedur penyalaan api las
3. Melakukan penyalaan api las sesuai SOP.
4. Menguraikan penggunaan bahan tambah dan fluksi (*flux*)
5. Melakukan pengelasan pelat baja karbon posisi di bawah tangan dan mendatar (1G, 1F dan 2F) dengan proses las oksi-asetilen sesuai SOP.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

20.23.4. Mengelas dengan proses OAW pada posisi di bawah tangan dan mendatar sesuai SOP :

C. Uraian Materi

1. Prosedur Umum pada Las Oksi Asetilen

Salah satu proses penting dalam pengelasan dengan oksi-asetilen adalah keterampilan penyalaan api las. Oleh sebab itu, yakinkan diri Anda untuk memahami terlebih dahulu tentang prosedur memasang instalasi peralatan las oksi asetilen, cara-cara memeriksa kebocoran, serta mempersiapkan pengelasan sebelum melakukan praktik mengelas.

Pekerjaan las oksi asetilen dapat dilakukan secara baik jika mengikuti prosedur yang benar dan melakukan latihan secara berulang-ulang sampai mencapai standar yang ditentukan (kompeten).

Pencapaian kompetensi merupakan hal terpenting dalam melakukan pengelasan dengan proses las oksi asetilen. Oleh sebab itu, harus dilakukan

secara bertahap, karena untuk mencapai standar yang ditetapkan memerlukan ketabahan, ketahanan fisik dan penuh kehati-hatian agar terhindar dari kecelakaan atau sakit.

Secara umum, prosedur pengelasan sangat beragam dan tergantung pada bentuk dan jenis bahan yang dilas, posisi pengelasan, serta konstruksi sambungan las, dan lain-lain sebagainya. Namun, dari segi bentuk bahan yang dilas dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yakni: prosedur pengelasan pelat dan prosedur pengelasan pipa.

Pada pengelasan pelat, terdiri dari beberapa posisi pengelasan, yakni: (1) posisi di bawah tangan/*down hand*, (2) mendatar/*horizontal*, (3) tegak/*vertical*, dan (4) di atas kepala/*over head*. Sedangkan pada pengelasan pipa, terdiri dari: (1) posisi pipa sumbu mendatar dapat diputar/*down hand*, (2) posisi pipa sumbu tegak dapat diputar/*horizontal*, (3) posisi pipa sumbu mendatar tidak dapat diputar/*all position*, dan (4) posisi pipa sumbu sudut 45° tidak dapat diputar.

Dari segi konstruksi sambungan, secara umum dapat dibedakan menjadi: sambungan sudut (*fillet*) yang biasanya disimbolkan dengan “F” dan sambungan tumpul (*butt*) yang disimbolkan dengan “G”. Dengan demikian, jika kita mengelas sambungan sudut pada pelat posisi di bawah tangan, maka cukup disimbolkan/diistilahkan dengan “1F”. Demikian juga, jika mengelas sambungan tumpul pada pelat posisi tegak, maka disimbolkan/diistilahkan dengan “3G”, demikian seterusnya.

2. Prosedur Penyalaan dan Pengaturan Nyala Api Las

Las oksasi-asetilin banyak digunakan pada pekerjaan keteknikan, terutama pada pekerjaan fabrikasi ringan, misalnya pada industri karoseri kendaraan. Untuk menerapkan OAW perlu dikuasai prosedur dan teknik-teknik pengelasan agar kualitas las sesuai standar yang ditentukan.

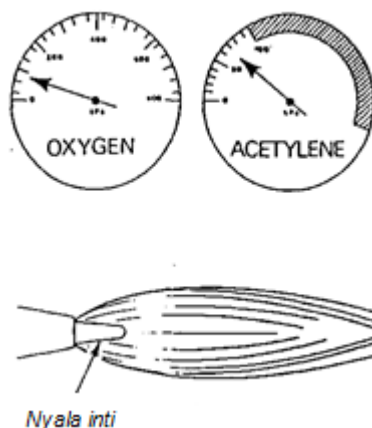
Untuk melakukan pengelasan/latihan pertama kali dengan proses las oksasi-asetilin (OAW), kalian perlu memahami prosedur menyalakan api las. Untuk melakukan penyalaan api las diperlukan pemahaman tentang karakteristik, penggunaan, dan bagaimana langkah-langkah kerja yang benar dalam menyalakan api las.

Secara umum jenis nyala api las oksasi asetilin ada tiga, yaitu:

- Nyala api netral (*Neutral flame*)
- Nyala api karburasi (*Carburising flame*)
- Nyala api oksidasi (*Oxidising Flame*)

Berikut ini adalah prosedur yang sebaiknya diikuti dalam penyalaan ke tiga jenis api las tersebut.

2.1. Prosedur Menyalakan Api Netral (*Neutral Flame*)



Yang dimaksud dengan nyala api netral ialah perbandingan campuran asetilin dengan oksigen seimbang.

Pada nyala netral terdapat dua bagian, yaitu nyala inti dan nyala luar.

Karakteristik (tanda-tanda) nyala netral adalah:

Bentuk kerucut nyala inti tumpul dan berwarna biru agak keputih-putihan.

Di sekitar kerucut nyala api tidak ada kelebihan asetilin.

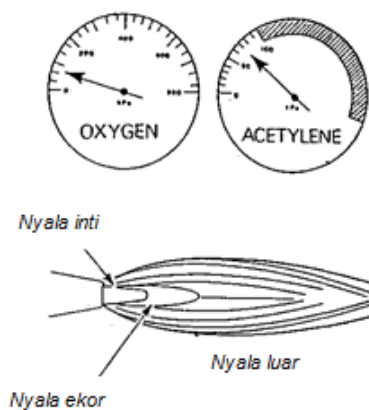
Pemakaian jenis nyala api netral ini adalah untuk las cair hampir semua jenis logam, kecuali tembaga dan paduannya.

Berikut ini adalah langkah-langkah menyalakan api netral:

- a Stel tekanan pada regulator oksigen dan regulator asetilin pada tekanan kerja 70 kPa.
- b Buka katup asetilin (*acetylene valve*) secara perlahan-lahan kira-kira seperempat putaran dan nyalakan dengan korek api las.
- c Terus buka katup asetilin sampai tidak berasap (sedikit asap), tetapi tidak berbunyi/berdesis (berasap berarti kekurangan asetilin; berbunyi/berdesis berarti kelebihan asetilin).

- d Buka katup oksigen (*oxygen valve*) perlahan-lahan sehingga nyala berubah warnanya dari kuning menjadi biru.
- e Teruskan membuka katup oksigen hingga bentuk kerucut berubah menjadi terang.

2. Prosedur Menyalakan Api Karburasi (*Carburising Flame*)



Yang dimaksud dengan nyala karburasi adalah nyala kelebihan asetilin. Kalau diperhatikan ada tiga bagian didalam nyala tersebut, yaitu: nyala inti (*inner cone*), nyala ekor (*acetylene feather*), dan nyala luar (*outer cone*).

Tanda-tandanya :

Bentuk kerucut nyala inti tumpul dan berwarna biru.

Di sekitar kerucut nyala terlihat kabut putih

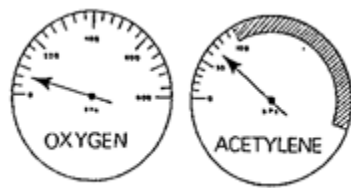
Pemakaiannya untuk mengeraskan permukaan dan dapat juga digunakan untuk mematri keras (*brazing*).

Prosedur menyalakan nyala karburasi:

- Setel nyala netral.
- Buka katup asetilin sehingga terjadi nyala inti, nyala ekor, dan nyala luar

3. Prosedur Menyalakan Api Oksidasi (*Oxidising Flame*)

Yang dimaksud dengan nyala oksidasi ialah nyala kelebihan oksigen. Nyala ini terdiri dari dua bagian yaitu: nyala inti dan nyala luar.



Tanda-tandanya

- Kerucut nyala inti meruncing dan pendek.
- Warna kerucut nyala biru terang

Pemakaiannya adalah untuk mengelas tembaga dan paduannya.

Adapun prosedur menyalakan nyala oksidasi :

- Setel nyala netral
- Kurangi asetilin sehingga terjadi nyala inti pendek dan meruncing.

3. Bahan Tambah dan *Flux*

3.1. Bahan Tambah (*Filler rod*)

Bahan tambah yang lazim disebut dengan kawat las atau *filler rod* adalah suatu batang logam yang digunakan sebagai bahan pengisi. Kawat ini diperdagangkan di pasaran dalam bentuk batangan yang biasanya dibuat dengan panjang kira-kira 900 mm. Ukuran penampang kawat bervariasi, diantaranya tersedia dengan diameter 1,6, 2,5, 3,2, 4,0, 5,0, 6,0, 8,0, dan 10,0 mm.

Penggunaan kawat las pada dasarnya harus disesuaikan dengan jenis logam yang akan di las, kecuali untuk membrazing. Untuk itu kawat las tersedia dari berbagai jenis bahan, seperti baja lunak, besi tuang, *stainless steel*, tembaga, paduan tembaga, aluminium, dan paduan aluminium.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam memilih kawat las apabila pengelasan akan dilaksanakan, diantaranya jenis bahan yang akan dilas, tebal bahan yang akan dilas, jenis kampuh yang akan dibuat, ukuran lasan, dan kekuatan las yang diperlukan. Hal ini dimaksudkan

agar diperoleh hasil pengelasan yang baik atau sesuai standar yang diharapkan.

3.2. Fluksi (*Flux*)

Fluksi (*flux*) merupakan bahan yang harus digunakan selain bahan tambah untuk pengelasan logam yang bukan baja lunak (*mild steel*), berfungsi membantu proses pengelasan.

Ada beberapa jenis logam yang mempunyai sifat mengikat oksigen dengan kuat, seperti aluminium, tembaga, besi tuang, dan *stainless steel*. Logam ini apabila mengalami proses pemanasan dan pencairan akan mudah menyerap oksigen yang berada pada udara sekitarnya. Penyerapan oksigen sangat tidak dikehendaki, karena akan menimbulkan oksida logam yang memiliki efek jelek terhadap hasil lasan. Untuk itulah dibutuhkan suatu bahan yang dapat melindungi cairan logam dari pengaruh oksidasi, yang disebut dengan *flux*.

Flux selama proses pembakaran akan bereaksi dengan oksida, melepaskan gas-gas yang timbul dan menghilangkan bahan-bahan yang bukan logam. Di samping itu *flux* akan membentuk lapisan *slag*, sehingga dapat melindungi cairan logam dari pengaruh luar.

Flux tersedia dalam berbagai bentuk seperti serbuk (tepung), pasta, dan cairan. Untuk pemakaian dapat disesuaikan, misalnya yang berupa tepung dengan jalan mencelupkan kawat las (yang terlebih dahulu sudah dipanasi) ke dalamnya. *Flux* akan melekat dan menyelimuti kawat las. Untuk yang berupa pasta dan cairan, pemakaian dengan jalan dioleskan. Ada beberapa jenis bahan *flux* yang digunakan dalam pengelasan, seperti: borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), sodium karbonat (Na_2CO_3), sodium bikarbonat (NaHCO_3), sodium silikat, polassium borat, karbonat, khlorida, sulphat, dan borik acid (H_2BO_3). Untuk pemakaian *flux* ini harus diikuti penjelasan pabrik yang membuat. Misalnya, *flux* jenis borax, yang dalam keterangannya digunakan “untuk kuningan”, maka bahan *flux* ini hanya baik digunakan untuk pengelasan dengan bahan tambah kuningan.

4. Pengelasan Pelat Baja Karbon Posisi di Bawah Tangan dan Mendatar

D. Latihan

Latihan 4.1

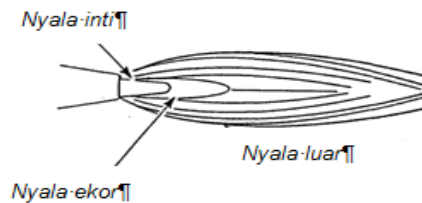
Penyalaaan Api Las Oksi-asetilin

Ikuti langkah-langkah kerja berikut!

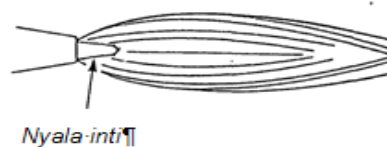
- a. Siapkan perlengkapan las oksi asetilen, antara lain :
 - Silinder oksigen dan asetilen
 - Regulator oksigen dan asetilen
 - Slang las
 - Pembakar (*blowpipe*) dan tip las
 - Alat-alat bantu (seperti Kunci botol dan/atau pas)
 - Air sabun untuk memeriksa kebocoran.
- b. Periksa kondisi setiap alat/komponen yang akan dipasang.
- c. Ikuti langkah kerja yang diberikan (sesuai petunjuk/demonstrasi pembimbing)
- d. Lakukan pemeriksaan pemasangan bersama pembimbing.
- e. Atur tekanan kerja untuk pengelasan, masing-masing (oksigen dan asetilen) adalah: 50-70 kPa.
- f. Nyalakan pembakar las dan coba lakukan pengaturan nyala netral sesuai prosedur, dan mintalah guru/pembimbing untuk melihat/memeriksa penyetelan api las netral tersebut.



- g. Lanjutkan proses penyalaaan api las oksidasi, dan mintalah guru/pembimbing untuk melihat/memeriksa penyalaaan api las oksidasi tersebut.



- h. Kemudian, lanjutkan proses penyaaan api las karburasi, dan mintalah guru/pembimbing untuk melihat/memeriksa penyaaan api las oksidasi tersebut.



- i. Matikan api las sesuai prosedur yang benar.
- j. Lakukan kegiatan tersebut sampai kalian dapat melakukan secara benar dan sesuai dengan SOP.
- k. Setelah semua kegiatan selesai, buka/lepas kembali peralatan las oksidasi asetilen.
- l. Bersihkan tempat kerja dan kembalikan seluruh peralatan ke tempat semula.

- Keberhasilan suatu pekerjaan tidak hanya terletak pada kepintaran dan kehebatan seseorang, tapi juga tergantung pada kesabaran, kerja keras, dan kedisiplinan dalam mengikuti aturan atau standar operasional prosedur (SOP) yang ditentukan;
- Jangan ragu bertanya, karena mencoba-coba tanpa pemahaman, berarti “mengundang bahaya dan kecelakaan”.

Latihan 4.2

Pembuatan Rigi Las Tanpa Bahan Tambah dengan Las Oksi-Asetilin

TUJUAN

Setelah mempelajari dan berlatih membuat rigi las tanpa bahan tambah, kalian diharapkan akan mampu :

- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Mengatur tekanan kerja pengelasan
- Memasang tip pada pembakar las
- Mengatur nyala api las
- Membuat rigi las tanpa bahan tambah
- Memeriksa hasil pengelasan

ALAT DAN BAHAN

1. Alat :

- Seperangkat las oksi asetilen.
- Alat bantu pengelasan.
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan :

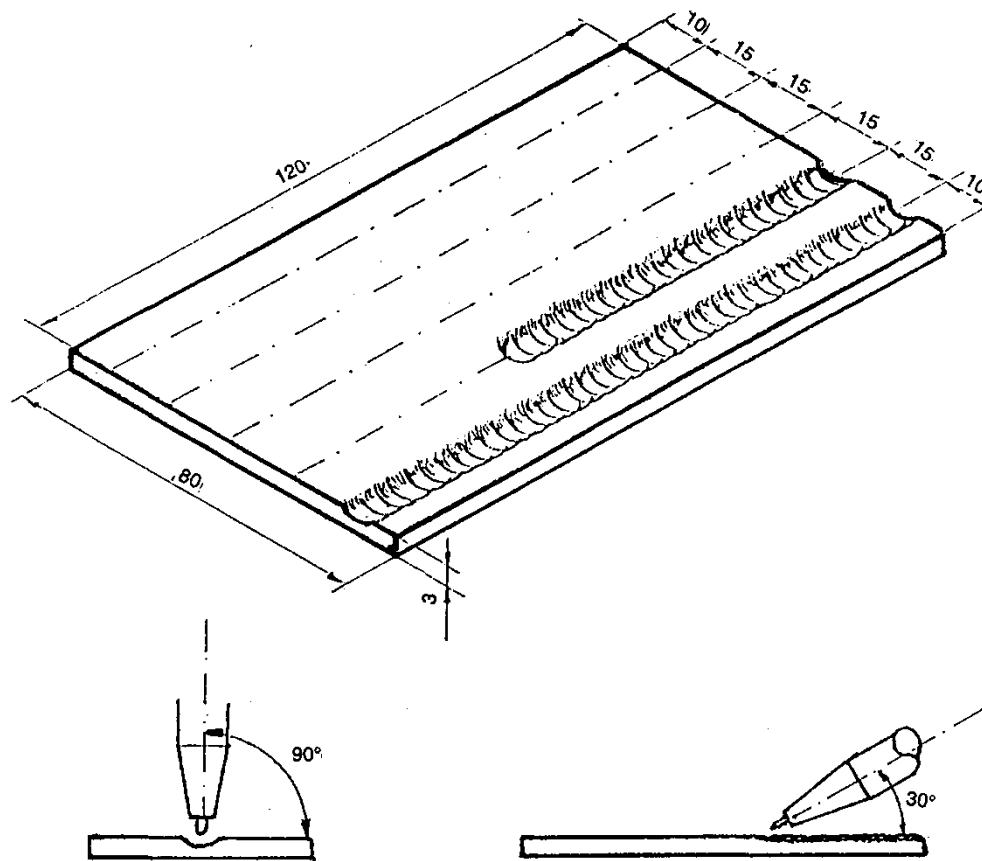
- Pelat baja lunak ukuran 80 x 120 x 2 mm (1 buah)
- Kawat las baja lunak \varnothing 2 mm.

KESELAMATAN KERJA

- Gunakan tip las yang sesuai dengan tebal bahan.
- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
- Perhatikan peletakan dan posisi pembakar (*welding torch*) terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.

- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilen berpotensi menimbulkan bahaya .
- Bertanyalah pada guru/guru/instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

Lembaran Kerja



Langkah Kerja

- Siapkan peralatan las oksi asetilen dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
- Tempatkan benda kerja sesuai posisi pengelasan/gambar kerja.
- Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral.
- Atur jarak api las $\pm 2\text{ mm}$ dengan permukaan benda kerja dan sudut pembakar sekitar 30° terhadap jalur las dan 90° terhadap bidang datar/benda kerja,
- Lakukan pengelasan sesuai contoh/demonstrasi guru/guru/instruktur/pembimbing.
- Selesaikan pengelasan dengan prosedur yang sama sampai semua tugas dikerjakan, dan yakinkan bahwa pengelasan dilakukan sesuai dengan standar yang ditetapkan (sesuai kriteria hasil las).
- Jika kalian tidak dapat mencapai kriteria yang ditetapkan, mintalah guru/guru/instruktur/pembimbing untuk memberi penjelasan tambahan atau memintanya untuk melakukan demonstrasi ulang, sampai kalian benar-benar mengerti permasalahannya dan kompeten dalam melakukannya.

KRITERIA PENILAIAN HASIL LAS

Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	K	BK
Labar jalur las	5 mm, tol. +2, - 0		
Kelurusan jalur las	Penyimpangan maks. 10%		
Pencairan	Bagian yang tidak mencair maks. 10%		
Kebersihan	Tidak ada percikan dan terak las yang menempel pada daerah pengelasan		

K = Kompeten

BK = Belum Kompeten

Latihan 4.3

Pembuatan Rigi Las Menggunakan Bahan Tambah

TUJUAN

Setelah mempelajari dan berlatih membuat rigi/jalur las menggunakan bahan tambah, kalian diharapkan akan mampu :

- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Mengatur tekanan kerja pengelasan
- Memasang tip pada pembakar
- Mengatur nyala api las
- Membuat jalur las menggunakan bahan tambah/kawat las
- Memeriksa hasil pengelasan

ALAT DAN BAHAN

1. Alat :

- Seperangkat las oksidasi asetilen.
- Alat bantu pengelasan.
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan :

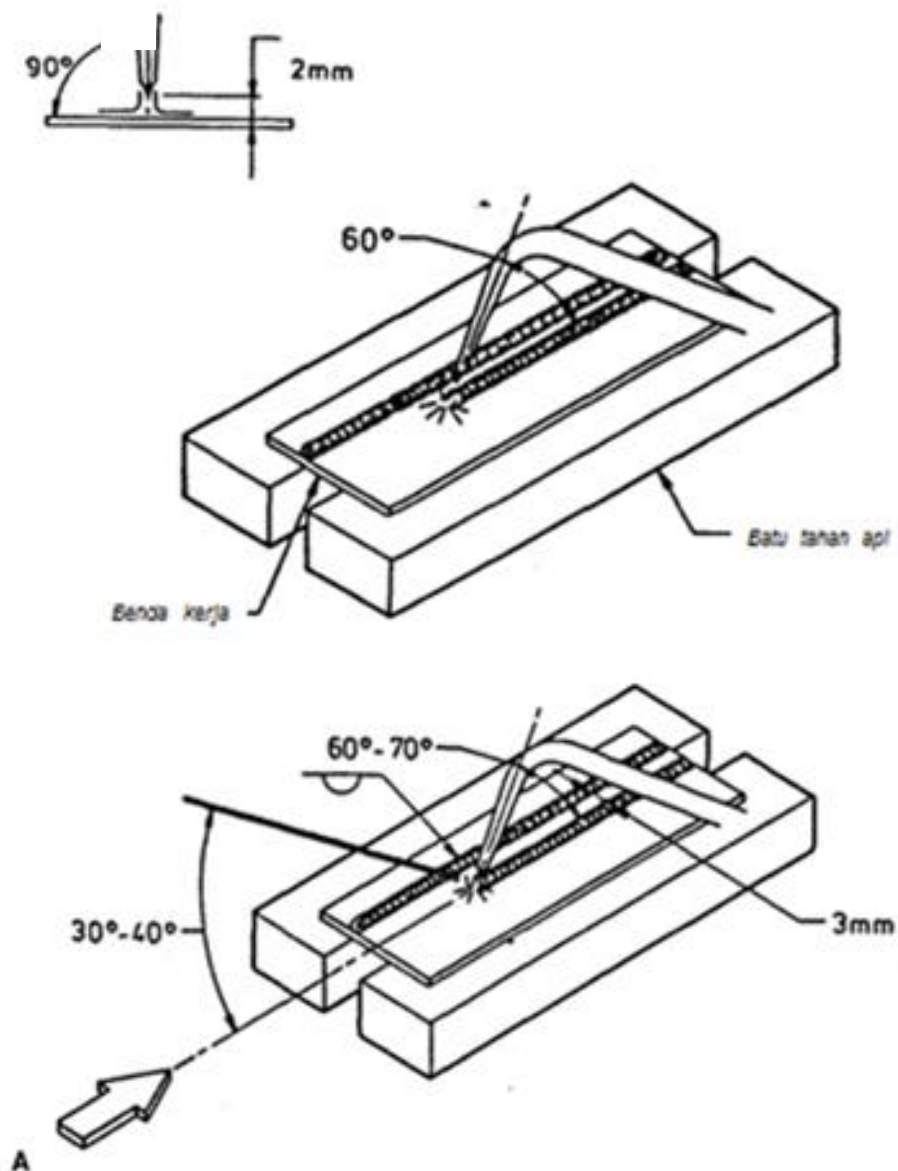
- Pelat baja lunak ukuran 80 x 120 x 2 mm (1 buah)
- Kawat las (*filler rod*) baja lunak Ø 2 mm.

KESELAMATAN KERJA

- Gunakan tip las yang sesuai dengan tebal bahan.
- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
- Perhatikan peletakan dan posisi pembakar (*welding torch*) terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.

- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilen berpotensi menimbulkan bahaya .
- Bertanyalah pada Guru/instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

LEMBARAN KERJA



LANGKAH KERJA

- a. Siapkan peralatan las oksi asetilen dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
- b. Tempatkan benda kerja sesuai posisi pengelasan/gambar kerja.
- c. Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral.
- d. Atur jarak api las $\pm 2\text{ mm}$ dengan permukaan benda kerja dan sudut pembakar sekitar $60^\circ - 70^\circ$ dan kawat las $30^\circ - 40^\circ$ terhadap jalur las .
- e. Lakukan pengelasan sesuai contoh/demonstrasi guru/guru/instruktur/pembimbing.
- f. Periksa hasil las dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.
- g. Selesaikan pengelasan dengan prosedur yang sama.

KRITERIA PENILAIAN HASIL LAS

Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	K	BK
Labar jalur las	6 mm, tol. +2, - 0		
Kelurusan jalur las	Penyimpangan maks. 10%		
Tinggi jalur las	2 mm, tol. ± 1		
Pencairan	Bagian yang tidak mencair maks. 10%		
Kebersihan	Tidak ada percikan dan terak las yang menempel pada daerah pengelasan		

K = Kompeten

BK = Belum Kompeten

Latihan 4.4

Pembuatan Sambungan Sudut Luar Posisi 1F

TUJUAN

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan sudut luar posisi di bawah tangan (1F), kalian diharapkan akan mampu :

- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Mengatur tekanan kerja pengelasan
- Memasang tip pada pembakar
- Mengatur nyala api las
- Membuat sambungan sudut luar menggunakan bahan tambah/kawat las
- Memeriksa hasil pengelasan

ALAT DAN BAHAN

1. Alat :

- Seperangkat las oksi asetilin.
- Alat bantu pengelasan.
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan :

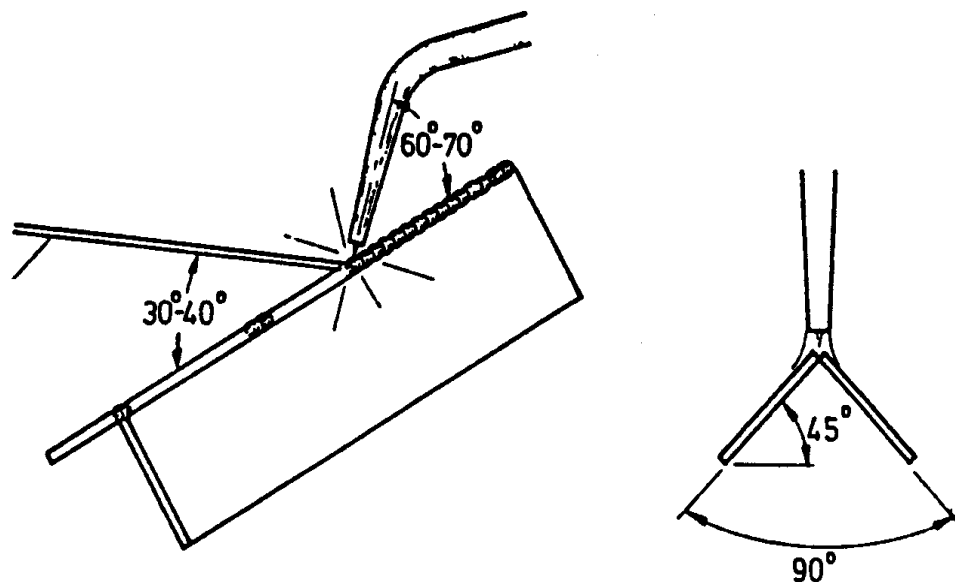
- Pelat baja lunak ukuran 50 x 120 x 3 mm (2 buah)
- Kawat las (*filler rod*) baja lunak \varnothing 2 mm.

KESELAMATAN KERJA

- Gunakan tip las yang sesuai dengan tebal bahan.
- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
- Perhatikan peletakan dan posisi pembakar (*welding torch*) terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.

- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilin berpotensi menimbulkan bahaya .
- Bertanyalah pada Guru/instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

LEMBARAN KERJA



LANGKAH KERJA

- Siapkan peralatan las oksi asetilin dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
- Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral.
- Lakukan las catat (*tack weld*), minimum pada tiga tempat (kedua ujung dan tengah) sepanjang $\pm 10\text{mm}$ dan jaga sudut sambungan tetap 90° .
- Tempatkan benda kerja sesuai posisi pengelasan/gambar kerja.
- Atur jarak api las $\pm 2\text{mm}$ dengan permukaan sambungan dan sudut pembakar sekitar $60^\circ - 70^\circ$ dan kawat las $30^\circ - 40^\circ$ terhadap jalur las .

- f. Lakukan pengelasan sesuai contoh/demonstrasi guru/guru/instruktur/pembimbing.

PERHATIAN

- *Sudut antara kedua benda kerja harus simetris, agar permukaan cairan las bisa rata dan seimbang.*
- *Las catat, harus dilakukan dengan benar dan sesuai dengan gambar/ketentuan, karena las catat yang salah akan mempengaruhi hasil las.*

- g. Periksa hasil las dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan (lihat tabel kriteria hasil las).
- h. Selesaikan pengelasan dengan prosedur yang sama.
- i. Periksakan hasil kalian pada guru/guru/instruktur/pembimbing; dan lakukan pengelasan ulang jika belum mencapai kriteria.

KRITERIA PENILAIAN HASIL LAS

Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	K	BK
Sudut sambungan	90°, tol. $\pm 5^\circ$		
Ukuran jalur las	Maksimum ± 1 mm dari pinggir sambungan.		
<i>Undercut</i>	Maks. 0,5 mm x 50% panjang pengelasan		
Overlap	Tidak ada sambungan yang tidak mencair (nil)		
Pengisian jalur las	Minimum rata dan semua jalur las terisi/penuh		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan kororan las		

K = Kompeten

BK = Belum Kompeten

Latihan 4.5

Pembuatan Sambungan Tumpul Kampuh I Posisi 1G

TUJUAN

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan tumpul I tertutup menggunakan bahan tambah, kalian diharapkan akan mampu :

- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Mengatur tekanan kerja pengelasan
- Memasang tip pada pembakar
- Mengatur nyala api las
- Membuat sambungan tumpul kampuh I tertutup sesuai kriteria
- Memeriksa hasil pengelasan

ALAT DAN BAHAN

1. Alat :

- Seperangkat las oksi asetilin.
- Alat bantu pengelasan.
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan :

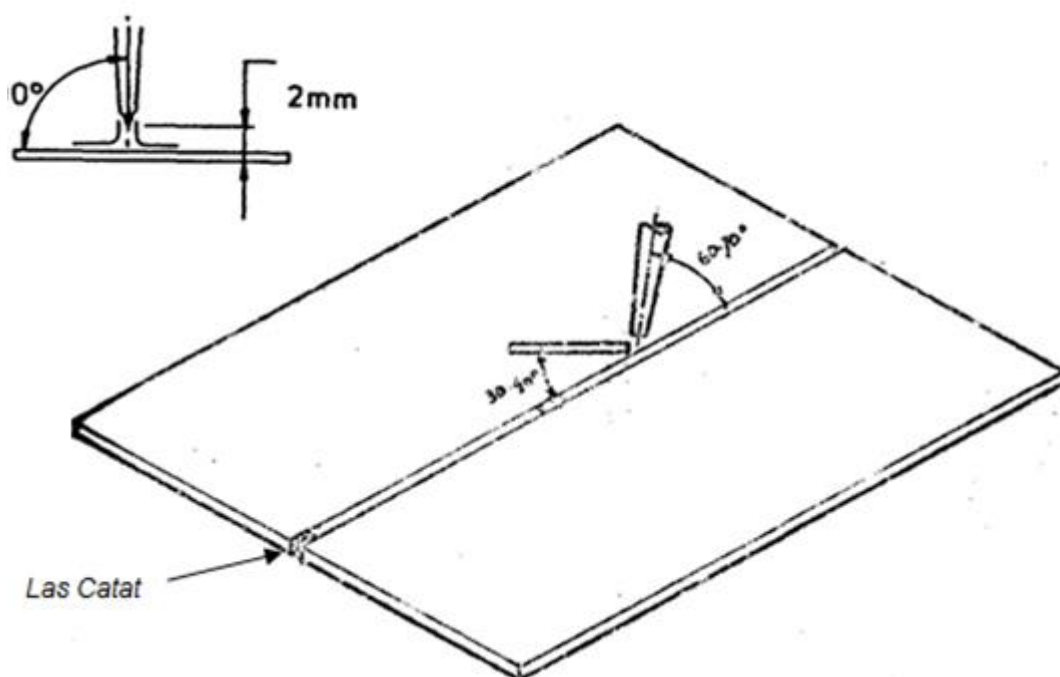
- Pelat baja lunak ukuran 80 x 120 x 2 mm (2 buah)
- Kawat las (*filler rod*) baja lunak Ø 2 mm.

KESELAMATAN KERJA

- Gunakan tip las yang sesuai dengan tebal bahan.
- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
- Perhatikan peletakan dan posisi pembakar (*welding torch*) terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.

- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilin berpotensi menimbulkan berbahaya .
- Bertanyalah pada Guru/instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

LEMBARAN KERJA



LANGKAH KERJA

- Siapkan peralatan las oksi asetilin dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
- Tempatkan benda kerja sesuai gambar kerja (posisi 1G).
- Atur jarak benda kerja (gap) maks. 0,5 mm atau rapat/tertutup.
- Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral.

- e. Lakukan las catat (*tack weld*) minimum pada kedua ujung dan tengah sambungan, dan jaga agar benda kerja tetap rata (tidak ada beda permukaan antara kedua pelat).
- f. Atur jarak api las $\pm 2\text{ mm}$ dengan permukaan benda kerja dan sudut pembakar sekitar $60^\circ - 70^\circ$ dan kawat las $30^\circ - 40^\circ$ terhadap jalur las.
- g. Lakukan pengelasan sesuai contoh/demonstrasi guru/guru/instruktur/pembimbing.
- h. Periksa hasil las dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.

KRITERIA PENILAIAN HASIL LAS

Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	K	BK
Labar jalur las	Maks. 3 mm dari pinggir kampuh (6 mm), tol. +2, - 0		
Kelurusan jalur las	Penyimpangan maks. 5%		
Tinggi jalur las	2 mm, tol. ± 1		
<i>Undercut</i>	Maks. 0,5 mm x 50% panjang pengelasan		
Overlap	Tidak ada sambungan yang tidak mencair (nil)		
Kebersihan	Tidak ada percikan dan kotoran las		

K = Kompeten

BK = Belum Kompeten

Latihan 4.6

Pembuatan Sambungan Tumpang Posisi 2F

TUJUAN

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan tumpang posisi 2F, kalian diharapkan akan mampu :

- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Mengatur tekanan kerja pengelasan
- Memasang tip pada pembakar
- Mengatur nyala api las
- Membuat sambungan tumpang menggunakan bahan tambah/kawat las
- Memeriksa hasil pengelasan

ALAT DAN BAHAN

1. Alat :

- Seperangkat las oksi asetilin.
- Alat bantu pengelasan.
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan :

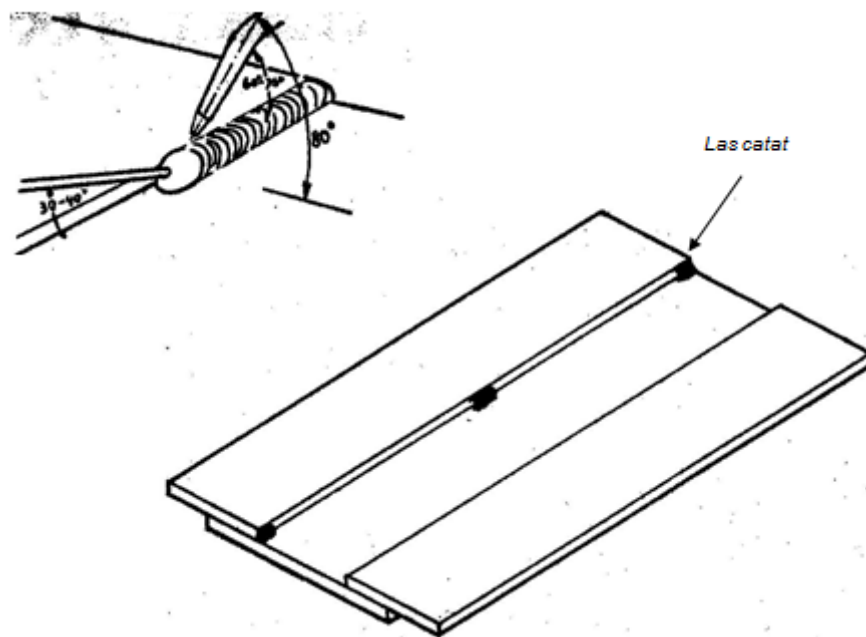
- Pelat baja lunak ukuran 50 x 120 x 3 mm (2 buah)
- Pelat baja lunak ukuran 80 x 120 x 3 mm (1 buah)
- Kawat las (*filler rod*) baja lunak \varnothing 2 mm.

KESELAMATAN KERJA

- Gunakan tip las yang sesuai dengan tebal bahan.
- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
- Perhatikan peletakan dan posisi pembakar (*welding torch*) terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.

- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilin berpotensi menimbulkan berbahaya .
- Bertanyalah pada Guru/instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

LEMBARAN KERJA



LANGKAH KERJA

- Siapkan peralatan las oksi asetilin dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
- Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral.
- Lakukan las catat (*tack weld*), minimum pada tiga tempat (kedua ujung dan tengah) sepanjang $\pm 10\text{mm}$ dan jaga benda kerja tetap rapat dan seimbang.

- d. Tempatkan benda kerja sesuai posisi pengelasan/gambar kerja, dan perhatikan peletakkannya agar mudah melakukan pengelasan (terutama kemudahan dalam menggerakkan pembakar (torch) dan kawat las.
- e. Atur jarak api las $\pm 2\text{mm}$ dengan permukaan sambungan dan sudut pembakar sekitar $60^\circ - 70^\circ$ dan dimiringkan sekitar $70^\circ - 80^\circ$ terhadap bidang rata, serta kawat las $30^\circ - 40^\circ$ terhadap jalur las.

PERHATIAN

- ***Sudut pembakar terhadap rigi las sangat menentukan kualitas hasil las, untuk itu perhatikan secara cermat.***
- ***Gunakan ukuran tip las yang sesuai, karena pada pengelasan tumpang diperlukan pengisian yang relatif banyak.***

- f. Lakukan pengelasan sesuai contoh/demonstrasi guru/guru/instruktur/pembimbing.
- g. Lakukan pengelasan ulang jika belum mencapai kriteria yang telah ditetapkan (lihat tabel kriteria hasil las).

KRITERIA PENILAIAN HASIL LAS

Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	K	BK
Sudut sambungan	Rapat dan seimbang		
Ukuran jalur las	Maksimum $\pm 1\text{mm}$ dari pinggir sambungan.		
<i>Undercut</i>	Maks. 50% x panjang pengelasan		
Overlap	Tidak ada sambungan yang tidak mencair (nil)		
Pengisian jalur las	Minimum rata dan semua jalur las terisi/penuh		

Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	K	BK
Kebersihan	Bebas dari percikan dan kororan las		

K = Kompeten

BK = Belum Kompeten



Kegiatan Pembelajaran 4

Keselamatan dan Kesehatan Kerja Las Busur Manual

A. Tujuan Pembelajaran

Disediakan bahan ajar (modul) dan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja las busur manual, maka setelah mempelajari kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu:

1. Menguraikan gangguan dan penyebab kecelakaan kerja pada las busur manual (SMAW)
2. Menguraikan penggunaan alat pelindung diri (APD) pada las busur manual
3. Menganalisis kondisi keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dan penanganan keadaan darurat pada tempat kerja atau bengkel SMAW.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

- 20.24.1. Menganalisis penyebab gangguan kesehatan dan kecelakaan kerja (K3) dan penggunaan alat pelindung diri (APD) pada pekerjaan las busur manual (SMAW) sesuai persyaratan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).
- 20.24.2. Mengikuti persyaratan K3 pada bengkel las dan prosedur penanganan keadaan darurat (*emergency procedure*).

C. Uraian Materi

1. Gangguan Kesehatan dan Penyebab Kecelakaan pada Kerja Las Busur Manual

Pada dasarnya keselamatan dan kesehatan kerja (K3) las busur manual (LBM) secara umum memiliki kesamaan dengan K3 pada las oksi asetilin. Perbedaannya, terutama pada penyebab kecelakaan atau gangguan kesehatan. Kalau pada las oksi asetilin, banyak disebabkan oleh panas yang ditimbulkan oleh api las oksi asetilin, sedangkan pada las busur manual

disebabkan oleh panas dari busur listrik dan sinar las yang ditimbulkan oleh proses pengelasan.

Pada bahasan tentang K3 las busur manual ini, hanya akan difokuskan pada gangguan kesehatan dan kecelakaan yang ditimbulkan oleh listrik, sinar las, serta debu dan asap, karena bahasan K3 yang lainnya adalah relatif sama dengan bahasan pada las oksi asetilin.

1.1. Sengatan listrik (*electric shock*)

Sengatan listrik (*electric shock*) merupakan kecelakaan yang dapat terjadi setiap saat pada kerja las, baik itu pada saat pemasangan peralatan, penyetelan atau pada saat pengelasan. Resiko yang akan terjadi dapat berupa luka bakar, pingsan serta dapat meninggal dunia. Oleh sebab itu perlu hati-hati waktu menghubungkan setiap alat yang dialiri listrik, umpamanya meja las, tang elektroda, elektroda dan lain-lain, terutama bila yang bersangkutan tidak menggunakan sarung tangan, atau sepatu yang basah.

Jika terjadi sengatan listrik pada seseorang, maka harus dilakukan tindakan secepat mungkin, karena keterlambatan pertolongan akan berakibat fatal kepada penderita. Untuk itu, perlu diketahui cara-cara untuk menolong agar penderita terhindar bahaya yang lebih buruk.

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam melakukan pertolongan pada kecelakaan akibat sengatan listrik.

- a. Matikan stop kontak (*switch off*) dengan segera
- b. Berikan pertolongan pertama sesuai dengan kecelakaan yang dialami oleh penderita.

Apabila tidak sempat mematikan stop kontak dengan segera, maka hindarkanlah penderita dari aliran listrik dengan memakai alat-alat yang kering (karet, plastik, kayu, dan sejenisnya) yang tidak bersifat konduktor (jangan gunakan bahan logam). Cara-caranya adalah sebagai berikut:

- a. Tarik penderita pada bagian-bagian pakaian yang kering.
- b. Penolong berdiri pada bahan yang tidak bersifat konduktor (papan, menggunakan sepatu karet)
- c. Doronglah penderita dengan alat yang sudah disediakan.
- d. Hati-hati dalam menangani penderita, karena cedera pada saat terjadi kecelakaan, dimungkinkan ada bagian tubuh yang patah atau luka yang perlu mendapat perhatian. Untuk itu, bawalah penderita ke rumah sakit atau klinik terdekat dengan segera



PERHATIAN !

Cedera akan menjadi lebih parah dengan pemindahan (pertolongan) yang terburu-buru.

Upaya mencegah kecelakaan pada mesin las busur manual:

- a. Kabel primer harus terjamin dengan baik, mempunyai isolasi yang baik.
- b. Kabel primer usahakan sependek mungkin
- c. Hindarkan kabel elektroda dan kabel masa dari goresan, loncatan bunga api dan kejatuhan benda panas
- d. Periksa sambungan-sambungan kabel, apakah sudah ketat, sebab persambungan yang longgar dapat menimbulkan panas yang tinggi.
- e. Jangan meletakkan tang elektroda pada meja las atau pada benda kerja
- f. Perbaikilah segera kabel-kabel yang rusak

- g. Pemeliharaan dan perbaikan mesin las sebaiknya ditangani oleh orang yang telah ahli dalam teknik listrik
- h. Jangan mengganggu komponen-komponen dari mesin las.

2. Sinar las

Dalam proses pengelasan timbul sinar yang membahayakan operator las dan pekerja lain di daerah pengelasan. Sinar yang membahayakan tersebut adalah cahaya tampak, sinar infra merah, dan sinar ultra violet.

a. Cahaya Tampak

Bahan las dan elektroda yang mencair pada proses las mengeluarkan cahaya tampak yang sangat terang dan menyilaukan. Semua cahaya tampak yang masuk ke mata akan diteruskan oleh lensa dan kornea mata ke retina mata. Bila cahaya ini terlalu kuat maka mata akan segera menjadi lelah dan sakit. Rasa lelah dan sakit pada mata sifatnya hanya sementara, namun kalau terjadi berulang-ulang dan dalam waktu yang lama, maka akan berpengaruh pada saraf-saraf disekitar mata, sehingga akan dapat menimbulkan rasa pusing/sakit kepala.

b. Sinar Infra Merah

Sinar infra merah berasal dari busur listrik. Adanya sinar infra merah tidak segera terasa oleh mata, karena itu sinar ini lebih berbahaya, sebab tidak diketahui, tidak terlihat.

Akibat dari sinar infra merah adalah sama dengan pengaruh panas api secara langsung. Dampak yang paling cepat dan langsung terasa adalah pada mata, yaitu akan terjadi pembengkakan pada kelopak mata, terjadinya penyakit kornea dan kerabunan.

Jadi jelas akibat sinar infra merah jauh lebih berbahaya dari pada cahaya tampak. Sinar infra merah selain berbahaya pada mata juga dapat menyebabkan terbakar pada kulit berulang-ulang (mula-mula merah kemudian memar dan selanjutnya terkelupas yang sangat ringan).

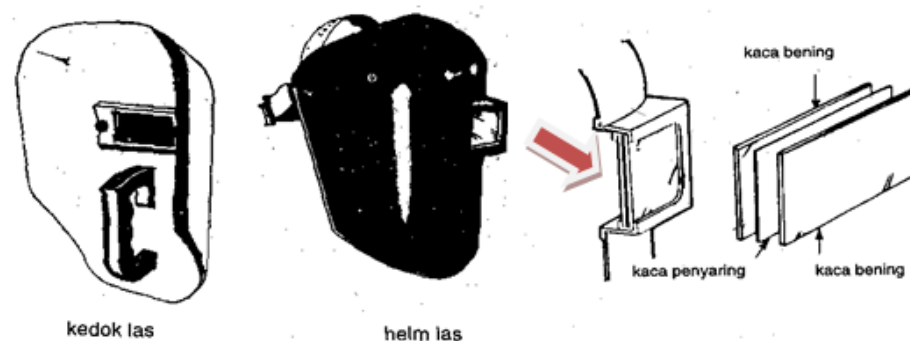
c. Sinar Ultra Violet

Sinar ultra violet sebenarnya adalah pancaran yang mudah terserap, tetapi sinar ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh. Bila sinar ultra violet yang terserap oleh lensa melebihi jumlah tertentu, maka pada mata terasa seakan-akan ada benda asing didalamnya dalam waktu antara 6 sampai 12 jam, kemudian mata akan menjadi sakit selama 6 sampai 24 jam. Pada umumnya rasa sakit ini akan hilang setelah 48 jam.

Pencegahan kecelakaan karena sinar las

- Memakai perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja berupa alat pelindung diri (APD) atau *personal protective equipment* (PPE) antara lain: pakaian kerja, apron/jaket las, sarung tangan, dan helm/kedok las.
- Buatlah batas atau pelindung daerah pengelasan agar orang lain tidak terganggu, yakni menggunakan kamar las yang tertutup, atau tabir penghalang.

Salah satu APD yang sangat penting dalam kerja las adalah kedok/helm las untuk melindungi wajah, terutama mata. Helm/kedok las dilengkapi dengan kaca penyaring (*filter*) untuk menghilangkan dan menyaring sinar infra merah dan ultra violet. *Filter* dilapisi oleh kaca atau plastik bening yang ditempatkan di sebelah luar dan dalam. Kaca bagian luar berfungsi untuk melindungi *filter* dari percikan-percikan las, sedangkan kaca bagian dalam berfungsi sebagai kaca mata (melindungi mata) pada saat persiapan atau membersihkan hasil las.



Gambar 12. Kedok dan Helm Las dan Kaca Penyaring

Adapun ukuran (tingkat kegelapan/*shade*) kaca penyaring tersebut berbanding lurus dengan besarnya arus pengelasan. Berikut ini ketentuan umum perbandingan antara ukuran penyaring dan besar arus pengelasan pada proses las busur manual.

Tabel 1. Perbandingan Besaran Arus Las dan Ukuran Kaca Penyaring

AMPER	UKURAN KACA PENYARING
Sampai dengan 150 Amper	10
150 – 250 Amper	11
250 – 300 Amper	12
300 – 400 Amper	13
Lebih dari 400 Amper	14

3. Debu dan Asap Las

a. Sifat fisik dan akibat debu dan asap terhadap paru-paru

Debu dan asap las besarnya berkisar antara 0,2 μm sampai dengan 3 μm . Butir debu atau asap dengan ukuran 0,5 μm dapat terhisap, tetapi sebagian akan tersaring oleh bulu hidung dan bulu pipa pernapasan, sedang yang lebih halus akan terbawa ke dalam dan ke luar kembali. Debu atau asap yang tertinggal dan melekat pada kantong udara di paru-paru akan menimbulkan penyakit, seperti sesak napas dan lain sebagainya. Karena itu debu dan asap las perlu dapat perhatian khusus.

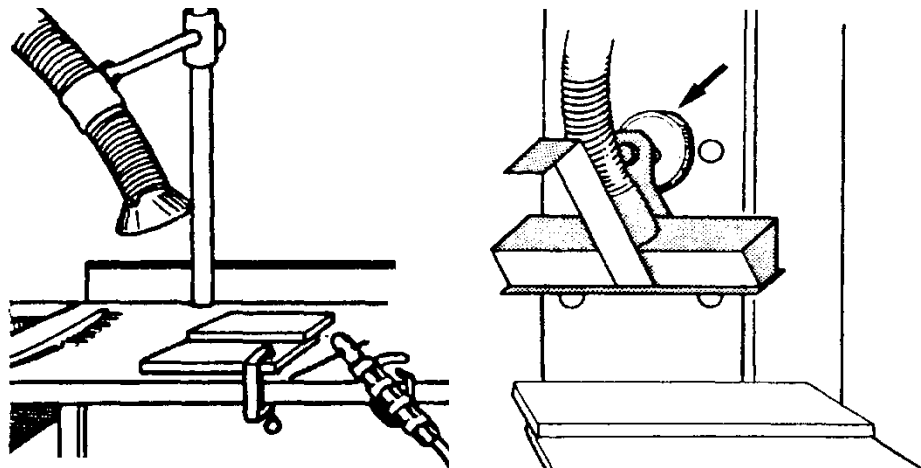
b. Harga batas kandungan debu dan asap las

Harga batas (ukuran) kandungan debu dan asap pada udara tempat pengelasan disebut *Threshold Limited Value (TLV)* oleh *International Institute of Welding (IIW)* ditentukan besarnya 10 mg/m^3 untuk jenis elektroda karbon rendah dan 20 mg/m^3 untuk jenis lain.

Pencegahan kecelakaan karena debu dan asap las

- 1) Peredaran udara atau ventilasi harus benar-benar diatur dan diupayakan, di mana setiap kamar las dilengkapi dengan pipa

pengisap debu dan asap yang penempatannya jangan melebihi tinggi rata-rata/posisi wajah (hidung) operator las yang bersangkutan.



Gambar 13. Penempatan Alat Pengisap Asap Las/Debu

- 2) Menggunakan kedok/helm las secara benar, yakni pada saat pengelasan berlangsung harus menutupi sampai di bawah wajah (dagu), sehingga mengurangi asap/debu ringan melewati wajah.
- 3) Menggunakan alat pelindung pernafasan pelindung debu (masker), jika ruangnya kurang/tidak ada sirkulasi udara yang memadai.

2. Penanganan Keadaan Darurat (Emergency Procedure)

Keadaan darurat (*emergency*) adalah suatu keadaan sukar atau sulit dan tidak tersangka-sangka (keadaan bahaya) yang memerlukan penanggulangan segera agar tidak sampai terjadi kecelakaan. Untuk itu, perlu adanya pemahaman cara-cara menanggulangi (prosedur) keadaan darurat, khususnya pada tempat kerja/bengkel fabrikasi logam pada umumnya, khususnya pada bengkel las busur manual.

Prosedur penanganan keadaan darurat yang diterapkan pada suatu perusahaan atau tempat kerja/bengkel akan sangat tergantung tingkat resiko bahaya yang ditimbulkan oleh proses kerja di tempat tersebut.

Secara umum, prosedur-prosedur yang perlu dipahami pada penanganan keadaan darurat adalah meliputi:

1. Prosedur pemberitahuan dini dan meminta bantuan kepada pihak berwenang.
2. Jalur evakuasi
3. Prosedur komando dan pembagian tugas terkait adanya keadaan darurat.
4. Prosedur penggunaan alat bantu penyelamatan.
5. Prosedur evakuasi korban.

Untuk menerapkan prosedur-prosedur tersebut, maka setiap orang/pekerja/karyawan yang berada di tempat kerja/bengkel perlu memahami hal-hal berikut, yakni: sikap menghadapi keadaan darurat dan pengetahuan apa yang diperlukan dalam menghadapi keadaan darurat.

2.1. Sikap Menghadapi Keadaan Darurat:

- a. Cepat dan tanggap dalam situasi darurat

Jika ada hal-hal yang berbeda dari biasanya ada yang janggal atau aneh atau melihat potensi bahaya, maka seorang/pekerja/karyawan harus cepat menanggapi situasi tersebut.

- b. Apresiatif terhadap pencegahan terjadinya situasi darurat atau bahaya

Apresiatif maksudnya mempunyai kesadaran untuk mengamati suatu keadaan sehingga dapat mencegah terjadinya situasi darurat. Apabila situasi darurat dapat dicegah maka tidak terjadi kecelakaan sehingga kejadian buruk pun dapat di hindari.

- c. Bersikap tenang dalam menghadapi situasi darurat

Dengan bersikap tenang, kita dapat mengendalikan situasi. Sebaliknya jika kita panik saat menghadapi situasi darurat, maka kita tidak dapat berpikir secara jernih/positif dan bertindak cepat dalam menangani situasi darurat.

2.2. Pengetahuan yang Harus Dimiliki

Pengetahuan yang harus dimiliki seorang/pekerja/karyawan ketika menghadapi keadaan darurat antara lain sebagai berikut:

- a. Mengetahui jenis-jenis bahaya di tempat kerja, antara lain:
 - Kecelakaan kerja
 - Kebakaran
 - Bencana alam, seperti gempa bumi,
 - Problem kesehatan
- b. Memahami tanda-tanda peringatan bahaya di tempat kerja dan di tempat umum.
- c. Mengidentifikasi situasi yang dapat menimbulkan bahaya
- d. Mengenali karakteristik tamu atau pelanggan yang mencurigakan
- e. Mengetahui prosedur keadaan darurat di perusahaan atau di tempat umum disesuaikan dengan kondisi tempat kerja tersebut.

2.3. Keterampilan yang Harus Dimiliki

Keterampilan yang harus dimiliki seorang/pekerja/karyawan ketika terjadi keadaan darurat antara lain:

- Menerapkan penanganan situasi darurat sesuai dengan SOP
- Mengikuti tanda-tanda peringatan bahaya di tempat kerja
- Menentukan langkah-langkah dalam situasi darurat.
- Mengoperasikan perlengkapan situasi darurat

Tugas 5.1

Setelah mempelajari dan mendapatkan penjelasan tentang keselamatan dan kesehatan kerja pada las busur manual (SMAW), coba lakukan kegiatan sebagai berikut:

- Bentuk kelompok diskusi yang terdiri dari 4-5 orang per grup.
- Masing-masing grup mendiskusikan prosedur penanganan keadaan darurat (*emergency procedure*) pada tempat kerja/bengkel pelatihan, yang meliputi:
 - a. Menentukan jalur evakuasi (*emergency exit*) jika terjadi keadaan darurat (misalnya kebakaran, atau bencana lainnya)
 - b. Prosedur informasi dan pemberitahuan/tanda darurat
 - c. Prosedur penanganan kecelakaan kerja

D. Rangkuman

Setiap pekerjaan akan ada resikonya baik kecil ataupun besar. Seorang teknisi atau operator las harus memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja karena dapat mengganggu kesehatan dan berbagai resiko kecelakaan, yang disebabkan oleh: operator atau teknisi las itu sendiri, mesin dan alat-alat las, serta lingkungan kerja.

Kecelakaan kerja tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi, namun dapat diminimalisir serta dicegah sebelum kecelakaan itu datang dengan melakukan pekerjaan menurut teknik dan prosedur yang benar serta harus memperhatikan kondisi kesehatan sebelum melakukan pekerjaan. Disamping itu, kita juga harus peduli terhadap rambu-rambu keselamatan dan memperhatikan penggunaan APD untuk melindungi diri dari resiko mengganggu kesehatan dan kecelakaan yang diakibatkan oleh: kelalaian, alat-alat/mesin yang tidak dilengkapi oleh pengaman atau tidak layak pakai, terutama untuk mencegah terjadinya kecelakaan akibat dari sengatan listrik (*electric shock*), sinar las, serta debu dan asap.

Keadaan darurat (*emergency*) adalah suatu keadaan sukar atau sulit dan tidak tersangka-sangka (keadaan bahaya) yang memerlukan penanggulangan segera agar tidak sampai terjadi kecelakaan. Untuk itu semua orang/pekerja/karyawan yang berada di daerah yang berpotensi menimbulkan kecelakaan/bahaya perlu memahami: jenis-jenis bahaya di tempat kerja, apresiatif terhadap pencegahan terjadinya situasi darurat atau bahaya, dan bersikap tenang dalam menghadapi situasi darurat.

E. Evaluasi

Untuk mengukur hasil belajar Anda tentang materi pokok “keselamatan dan kesehatan kerja las”, maka kerjakanlah soal-soal berikut ini secara seksama.

PILIHAN GANDA

Beri tanda silang pada alternatif jawaban yang paling benar dari pertanyaan-pertanyaan berikut

Pertanyaan :

1. Pada proses pengelasan timbul sinar yang membahayakan operator las dan pekerja lain di daerah pengelasan. Sinar yang tidak terjadi dalam proses pengelasan adalah:
 - a. Cahaya tampak
 - b. Infra merah
 - c. Ultra merah
 - d. Ultra violet
2. Anda akan mengelas logam menggunakan mesin las busur manual (MMAW) dengan arus listrik 120 ampere. Berapakah ukuran kaca penyaring (*shade*) yang seharusnya Anda gunakan?
 - a. Nomor 8
 - b. Nomor 10
 - c. Nomor 11

- d. Nomor 12
3. Bentuk dan konstruksi alat pelindung muka ada 2 macam yaitu topeng (*shield*) dan helm las, fungsi “utamanya” untuk melindungi muka dari :
- a. Loncatan terak pada waktu membersihkan rigi-rigi las dengan menggunakan palu terak
 - b. Beram gerinda pada waktu membersihkan percikan cairan logam pada permukaan benda kerja
 - c. Sinar dan percikan api las serta panas/radiasi dari busur las pada waktu melakukan pengelasan
 - d. Helm las melindungi kepala dari benturan benda keras
4. Alat pelindung diri yang perlu dipakai untuk mencegah timbulnya bahaya-bahaya yang dapat mengganggu keselamatan dan kesehatan kerja pada pekerjaan las busur manual adalah
- a. apron/jaket, sarung tangan, sepatu las, kedok/helm las
 - b. apron/jaket, penutup hidung, sepatu las, kedok/helm las
 - c. penutup hidung, sarung tangan, sepatu las, kedok/helm las
 - d. *exhaust fan*, sarung tangan, penutup hidung, kedok/helm las
5. Berikut ini yang bukan termasuk usaha pencegahan luka bakar akibat panas langsung dan sinar las adalah memakai
- a. topi keselamatan dan penutup wajah
 - b. helm las
 - c. jaket las
 - d. sarung tangan las

A. URAIAN SINGKAT

Jawablah pertanyaan berikut secara singkat, jelas dan benar!

Pertanyaan :

1. Pekerjaan las busur manual adalah salah satu jenis pekerjaan yang cukup berpotensi menyebabkan gangguan terhadap kesehatan atau malah dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Jelaskan secara singkat gangguan dan jenis kecelakaan yang dapat ditimbulkan dari kerja las tersebut!
2. Uraikan macam-macam cahaya api las yang ditimbulkan oleh proses pengelasan dan jelaskan akibat yang dapat ditimbulkan terhadap keselamatan dan kesehatan kerja.
3. Berikan contoh prosedur penanganan kecelakaan pada tempat kerja jika terjadi suatu kebakaran.



Kegiatan Pembelajaran 5

Prinsip Kerja dan Peralatan Las Busur Manual

A. Tujuan Pembelajaran

Disediakan bahan ajar (modul) dan peralatan las busur manual, maka setelah mempelajari kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu:

1. Menguraikan utama dan alat-alat bantu kerja las busur manual sesuai referensi.
2. Menentukan pengaturan (*setting*) penggunaan mesin las busur manual sesuai pekerjaan

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

20.24.3. Menentukan peralatan SMAW dan mengatur (*setting*) penggunaan mesin las sesuai referensi.

C. Uraian Materi

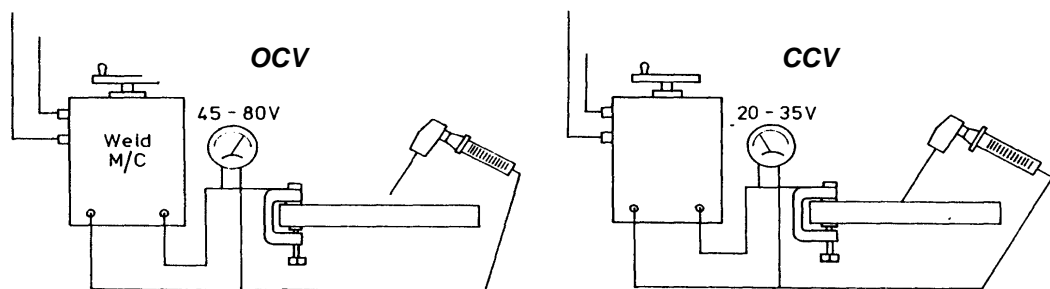
1. Prinsip Kerja Las Busur Manual

Las busur manual atau *Manual Metal Arc Welding (SMAW)* adalah salah satu proses pengelasan yang panasnya diperoleh dari nyala busur listrik dengan menggunakan elektroda yang berselaput. Elektroda berselaput ini berfungsi sebagai bahan pengisi dan memberi perlindungan terhadap kontaminasi udara luar (atmosfir). Operator las memegang tang las (*holder*) yang berisolasi dan menarik busur pada posisi dimana sambungan dibuat. Tang las menjepit ujung elektroda yang tidak berselaput untuk mengalirkan arus listrik. Elektroda mencairkan logam dasar dan membentuk terak las pada waktu yang bersamaan; ujung elektroda mencair dan bercampur dengan bahan yang di las.

Arus listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan busur las antara elektroda dan benda kerja adalah untuk mencairkan permukaan benda kerja dan ujung elektroda. Untuk itu, sangat penting menjaga kestabilan arus listrik selama

elektroda menghasilkan busur listrik. Jika elektroda terlalu jauh, maka arus yang mengalir akan terhenti sehingga berakibat terhenti pula pembentukan busur las. Sebaliknya, jika terlalu dekat atau menyentuh/menekan benda kerja, maka busur yang terjadi terlalu pendek/tidak ada jarak, sehingga elektroda akan menempel pada benda kerja, dan jika hal ini agak berlangsung lama, maka keseluruhan batang elektroda akan mencair.

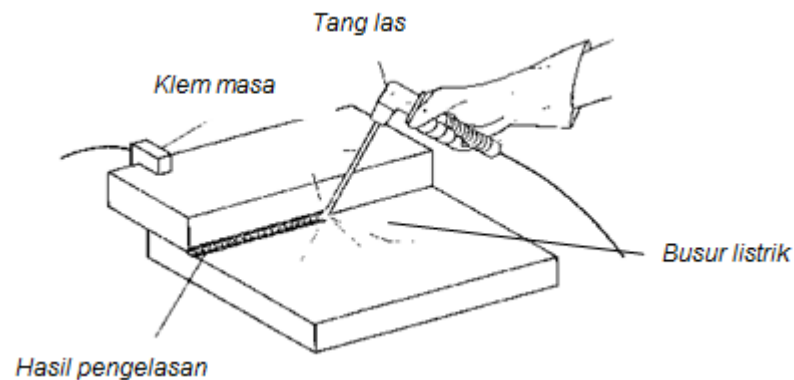
Pada saat belum terjadinya busur las disebut “sirkuit terbuka” (*open circuit voltage/OCV*) mesin las akan menghasilkan tegangan sebesar 45 – 80 Volt, sedangkan pada saat terjadinya busur las, disebut “sirkuit tertutup” (*close circuit voltage/CCV*) tegangan akan turun menjadi 20 – 35 Volt.



Gambar 14. Sirkuit Terbuka(OCV) dan Tertutup (CCV)

Memperbesar busur las adalah dengan cara memperbesar/mempertinggi arus yang dapat diatur pada mesin las. Saat busur las terbentuk, temperatur pada tempat terjadinya busur las tersebut akan naik menjadi sekitar 6000° C, yaitu pada ujung elektroda dan pada titik pengelasan.

Bahan mencair membentuk kawah las yang kecil dan ujung elektroda mencair membentuk butir-butir cairan logam yang kemudian melebur bersama-sama ke dalam kawah las pada benda kerja. Dalam waktu yang sama salutan (*flux*) juga mencair, memberikan gas pelindung di sekeliling busur dan membentuk terak yang melindungi cairan logam dari kontaminasi udara luar. Kecepatan mencair dari elektroda ditentukan oleh arus listrik yang dipakai, sehingga besarnya arus listrik yang digunakan berbanding lurus dengan panas yang dihasilkan.

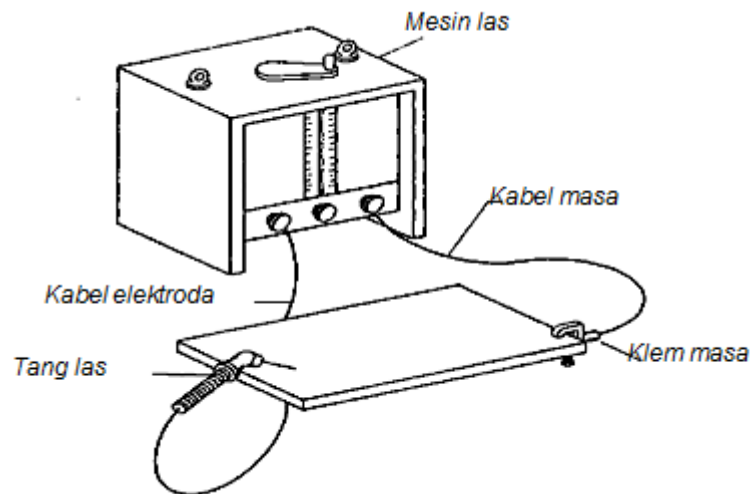


Gambar 15. Prinsip Kerja SMAW

2. Peralatan Las Busur Manual

Peralatan las busur manual terdiri dari peralatan utama, peralatan bantu serta keselamatan dan kesehatan kerja. Untuk dapat melakukan proses pengelasan dengan baik, maka peralatan tersebut perlu dilengkapi sesuai dengan kebutuhan pengelasan.

Peralatan utama adalah alat-alat yang berhubungan langsung dengan proses pengelasan; sehingga dengan tidak adanya salah satu dari peralatan tersebut, maka pengelasan tidak dapat dilakukan. Secara umum peralatan utama dalam proses las busur manual antara lain adalah: mesin las, kabel las, tang las (*holder*) dan klem masa sebagaimana pada gambar berikut.

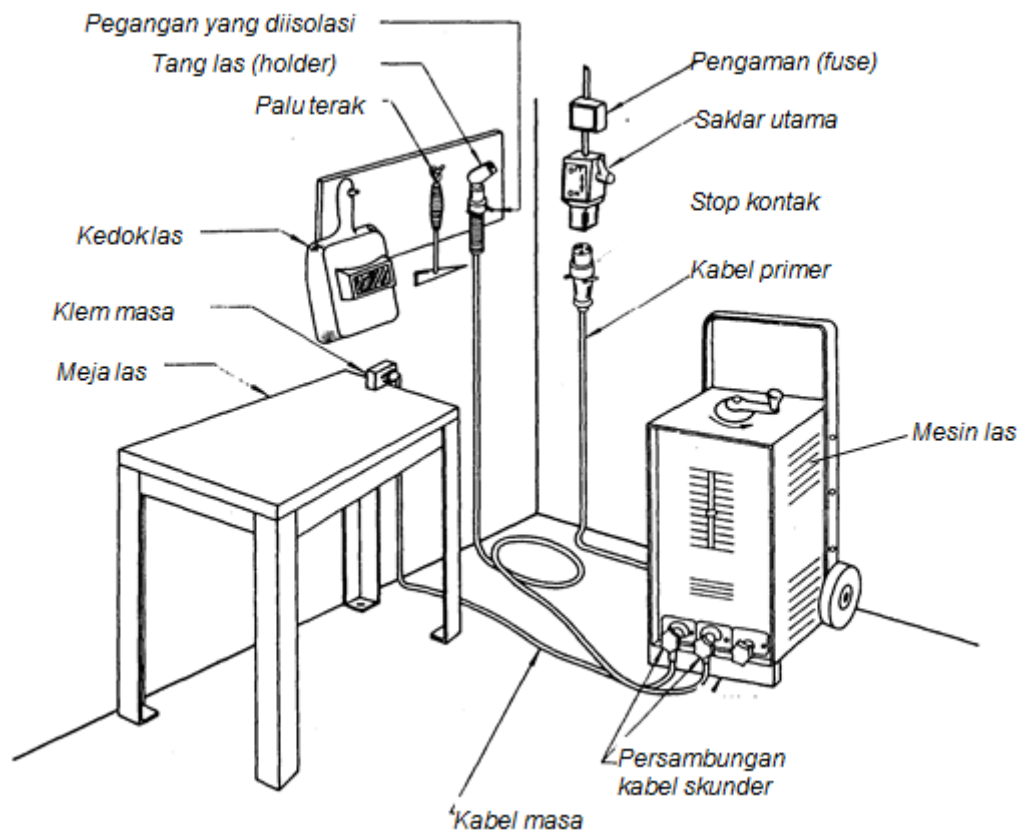


Gambar 16. Peralatan Utama Las Busur Manual

Alat-alat bantu yang diperlukan dalam pekerjaan las busur manual setidaknya terdiri dari: palu terak (*chipping hammer*), sikat baja dan tang penjepit (*smith tang*).

Adapun perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja las busur manual pada dasarnya adalah seluruh APD sebagaimana yang telah dijelaskan pada Kegiatan Pembelajaran 6 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja Las Busur Manual).

Berikut ini adalah gambar/ilustrasi sebuah ruang las beserta peralatannya :



Gambar 17. Peralatan Las Busur Manual

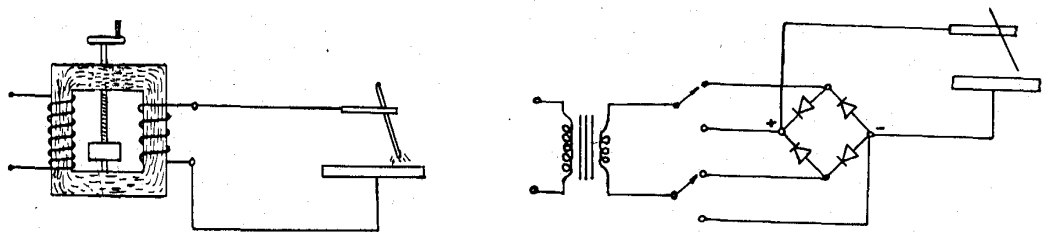
2.1. Mesin Las Busur Manual

a. Jenis dan pengkutuban mesin las

Mesin las busur manual secara umum dibagi dalam 2 golongan, yaitu: mesin las arus bolak balik (*Alternating Current/AC Welding Machine*) dan mesin las arus searah (*Direct Current/DC Welding Machine*).

Mesin las AC sebenarnya adalah transformator penurun tegangan. Transformator (trafo mesin las) adalah alat yang dapat merubah tegangan yang keluar dari mesin las, yakni dari 110 Volt, 220 Volt, atau 380 Volt menjadi berkisar antara 45 – 80 Volt dengan arus (Amper) yang tinggi.

Mesin las DC mendapatkan sumber tenaga listrik dari trafo las (AC) yang kemudian diubah menjadi arus searah atau dari generator arus searah yang digerakkan oleh motor bensin atau motor diesel sehingga cocok untuk pekerjaan lapangan atau untuk bengkel-bengkel kecil yang tidak mempunyai jaringan listrik. Sesuai dengan perkembangan teknologi, dewasa ini juga sudah ada mesin las dengan teknologi "inverter" yang lebih simpel, dimana pengubah arusnya menggunakan rangkaian elektronik (tidak berbasis transformator) dan tidak membutuhkan sumber listrik yang besar (lebih efisien).



Gambar 18. Sirkuit Mesin Las AC dan DC (Jenis Transformator)

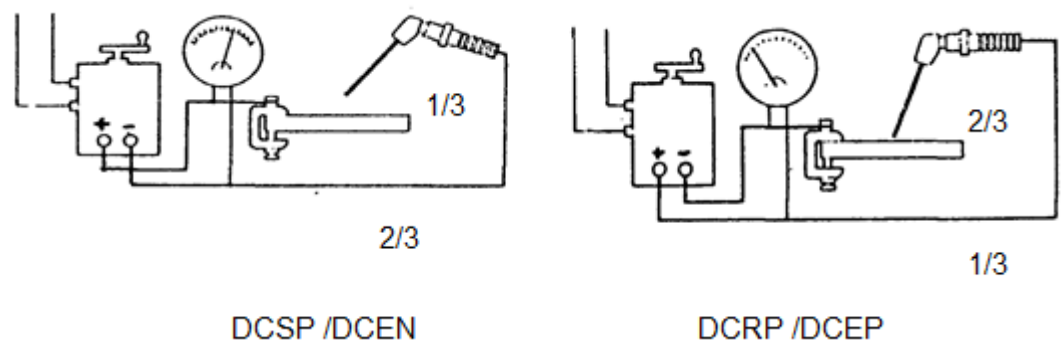
Kedua jenis mesin las tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda, sehingga dalam penggunaannya harus benar-benar diperhatikan agar sesuai dengan bahan yang dilas ataupun teknik-teknik pengelasannya.

Khusus pada mesin las arus searah (AC) dapat diatur/dibolak-balik sesuai dengan keperluan pengelasan, ialah dengan cara :

- Pengkutuban langsung (*Direct Current Straight Polarity/DCSP/DCEN*)
- Pengkutuban terbalik (*Direct Current Reverse Polarity/DCRP/DCEP*)

Pengkutuban langsung (DCSP/DCEN), berarti kutub positif (+) mesin las dihubungkan dengan benda kerja dan kutub negatif (-) dihubungkan dengan kabel elektroda. Dengan hubungan seperti

ini panas pengelasan yang terjadi 1/3 bagian panas memanaskan elektroda sedangkan 2/3 bagian memanaskan benda kerja. Adapun pada pengkutuban terbalik (DCRP/DCEP), maka kutub negatif (-) mesin las dihubungkan dengan benda kerja, dan kutub positif (+) dihubungkan dengan elektroda. Pada hubungan semacam ini panas pengelasan yang terjadi 1/3 bagian panas memanaskan benda kerja dan 2/3 bagian memanaskan elektroda.



Gambar 19. Pengkutuban Mesin Las DC

Adapun untuk pengaturan besaran arus pada pengelasan dapat dilakukan dengan cara memutar tuas, menarik, atau menekan, tergantung pada konstruksi/disainnya, sehingga kedudukan inti medan magnet bergeser naik-turun pada transformator. Pada mesin las arus bolak-balik, kabel masa dan kabel elektroda dipertukarkan tidak mempengaruhi perubahan panas yang timbul pada busur nyala.

Besar kecilnya arus las terutama tergantung pada besarnya diameter elektroda dan tipe elektroda. Kadang kala juga terpengaruh oleh jenis bahan yang dilas dan oleh posisi atau arah pengelasan. Biasanya, tiap pabrik pembuat elektroda mencantumkan tabel variabel penggunaan arus las yang disarankan pada bagian luar kemasan elektroda.

b. *Duty Cycle*

Komponen mesin las cenderung panas ketika adanya arus listrik mengalir (saat proses pengelasan terjadi). Jumlah panas yang ditimbulkan sangat tergantung pada sistem pendingin mesin dan bahan yang digunakan untuk isolasi (*electrical insulation*) lilitan transformator dan komponen lainnya.

Untuk menjaga agar mesin las tidak kelebihan panas “*overheating*”, maka pihak produsen menetapkan siklus kerja mesin las, yang biasanya disebut dengan istilah “*Duty Cycle*”.

Duty Cycle merupakan rasio dari beban penggunaan mesin las terhadap waktu yang diizinkan didasarkan pada hasil uji interval waktu. *Duty Cycle* dinyatakan dalam persentase (%) waktu maksimum pada besaran arus tertentu tanpa melebihi temperatur yang ditetapkan (*overheating*). Menurut NEMA (*The National Electrical Manufacturers Association*) Amerika Serikat, *Duty Cycle* didasarkan pada interval uji 10 menit, tapi pada negara lain ada yang menggunakan interval 5 menit.

Dengan demikian, *Duty Cycle* 60% menurut NEMA, berarti mesin las dapat memberikan pasokan listrik (*output*) secara efisien dan aman selama 6 menit dalam 10 menit (6/10 menit) penggunaan, tanpa terjadi *overheating*. Namun demikian, di masa lalu dan beberapa produsen mesin las masa sekarang, khususnya untuk mesin las kapasitas besar (750 Amper atau lebih) ada juga penetapan *Duty Cycle* pada interval waktu satu jam.

Duty Cycle merupakan faktor utama dalam menentukan rancangan mesin las (*power supplay*). Pada mesin las busur manual biasanya dirancang dengan *Duty Cycle* 60%. Untuk proses otomatis dan semi-otomatis, biasanya *Duty Cycle* 100%, sedangkan untuk mesin las yang kecil biasanya dengan *Duty Cycle* 20%.

Rumus berikut ini dapat digunakan untuk memperkirakan *Duty Cycle* pada penggunaan besaran arus las yang berbeda.

$$T_a = \left(\frac{I}{I_a} \right)^2 \times T \dots\dots \text{Rumus 1}$$

$$I_a = I \times \left(\frac{T}{T_a} \right)^{1/2} \dots\dots \text{Rumus 2}$$

T = *Duty Cycle* dalam persen (%)

T_a = *Duty Cycle* yang dibutuhkan dalam persen (%)

I = besar arus sesuai *Duty Cycle*

I_a = maksimum arus pada *Duty Cycle* yang dibutuhkan

Contoh 1:

Jika *Duty Cycle* mesin las pada 200 A adalah 60%, berapa *Duty Cycle* yang diizinkan pada pengoperasian 250 A?

Dengan menggunakan rumus 1 di atas, maka akan diperoleh:

$$T_a = \left(\frac{200}{250} \right)^2 \times 60\% = (.8)^2 \times .6 = 38\%$$

Artinya, bahwa mesin las “tidak diizinkan” dioperasikan lebih dari 38% (3,8 menit) dalam periode 10 menit pada besaran arus 250 A. Jika digunakan pada keadaan tersebut (3,8/10), maka mesin las tidak akan terjadi *overheating*.

Contoh 2:

Untuk pengoperasian mesin las secara terus menerus (100%), berapa *output* (besaran arus las) yang digunakan?

Dengan menggunakan rumus 2 di atas, maka akan diperoleh:

$$I_a = 200 \times \left(\frac{60}{100} \right)^{1/2} = 200 \times .775 = 155 \text{ amps}$$

Artinya, bahwa mesin las dapat dioperasikan secara terus menerus (*Duty Cycle* 100%) jika besaran arus las tidak lebih dari 155 A.

2.2. Kabel Las

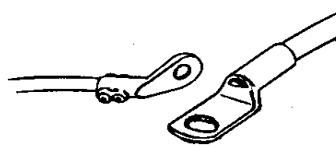
Pada mesin las terdapat kabel primer (*primary power cable*) dan kabel sekunder atau kabel las (*welding cable*).

Kabel primer ialah kabel yang menghubungkan antara sumber tenaga dengan mesin las. Jumlah kawat inti pada kabel primer disesuaikan dengan jumlah *phasa* mesin las ditambah satu kawat sebagai hubungan masa tanah dari mesin las.

Kabel sekunder ialah kabel-kabel yang dipakai untuk keperluan mengelas, terdiri dari dua buah kabel yang masing-masing dihubungkan dengan penjepit (tang) elektroda dan penjepit (*holder*) benda kerja. Inti kabel terdiri dari kawat-kawat yang halus dan banyak jumlahnya serta dilengkapi dengan isolasi. Kabel-kabel sekunder ini tidak boleh kaku, harus mudah ditekuk/digulung.

Penggunaan kabel pada mesin las hendaknya disesuaikan dengan kapasitas arus maksimum dari pada mesin las. Makin kecil diameter kabel atau makin panjang ukuran kabel, maka tahanan/hambatan kabel akan naik, sebaliknya makin besar diameter kabel dan makin pendek maka hambatan akan rendah.

Pada ujung kabel las biasanya dipasang sepatu kabel untuk pengikatan kabel pada terminal mesin las dan pada penjepit elektroda maupun pada penjepit masa.



Gambar 20. Sepatu Kabel

2.3. Tang Las

Elektroda dijepit dengan tang las (elektroda). Tang las dibuat dari bahan kuningan atau tembaga dan dibungkus dengan bahan yang berisolasi yang tahan terhadap panas dan arus listrik, seperti ebonit.

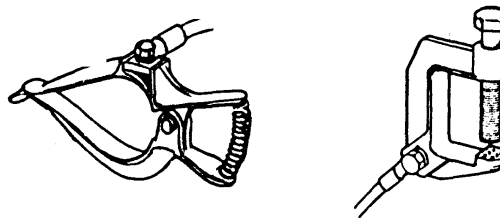
Mulut penjepit hendaknya selalu bersih dan kencang ikatannya agar hambatan arus yang terjadi sekecil mungkin.



Gambar 21. Tang Elektroda (Holder)

2.4. Klem Masa

Untuk menghubungkan kabel masa ke benda kerja atau meja kerja dipergunakan penjepit (klem) masa. Bahan penjepit kabel masa sebaiknya sama dengan bahan penjepit elektroda (logam penghantar arus yang baik). Penjepit masa dijepitkan pada benda kerja dan pada tempat yang bersih dan kencang.



Gambar 22. Klem Masa

2.5. Alat-alat Bantu Las Busur Manual

a. Palu terak dan sikat baja

Palu terak (*chipping hammer*) dan sikat kawat baja dipergunakan untuk membersihkan terak-terak setiap selesai satu pengelasan atau pada waktu akan menyambung suatu jalur las yang terputus. Palu terak mempunyai ujung-ujung yang berbentuk pahat dan runcing. Ujung yang runcing dipakai membuang rigi-rigi pada bagian yang berbentuk sudut, sedangkan ujung yang berbentuk pahat dipergunakan pada permukaan rigi-rigi yang rata.

Untuk membersihkan bagian-bagian terak yang ketinggalan, setelah diketok dengan palu terak, selanjutnya disikat dengan sikat kawat baja sehingga rigi-rigi las benar-benar bebas dari terak, selain itu digunakan untuk membersihkan bidang benda kerja sebelum dilas.

b. Tang Penjepit (*Smith Tang*)

Untuk memegang benda kerja yang panas dipergunakan alat (tang) penjepit dengan alternatif macam-macam bentuk, seperti bentuk mulut rata, mulut bulat, mulut srigala atau mulut kombinasi.



Gambar 23. Palu Terak, Sikat Baja, dan *Smith Tang*

Disamping alat-alat bantu di atas (palu terak, sikat baja, dan *Smith Tang*), pada pekerja las busur manual masih diperlukan alat-alat bantu lain yang penggunaannya relatif beragam tergantung kebutuhan. Misalnya dalam persiapan bahan, kadangkala masih diperlukan penggaris (mistar baja) kikir, siku, dan pengukur sudut (busur derajat), sedangkan saat proses pengelasan dan perbaikan diperlukan palu baja dan pahat. Jadi, dalam hal ini sangat tergantung pada kondisi atau kasus yang terjadi dalam proses pengerjaannya.

D. Rangkuman

Pengelasan dengan proses las busur manual (SMAW) memerlukan peralatan yang terdiri dari peralatan utama, alat-alat bantu, perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.

Peralatan utama utama adalah alat-alat yang berhubungan langsung dengan proses pengelasan yang terdiri dari: mesin las, kabel las, tang las (*holder*) dan klem masa. Alat-alat bantu setidaknya terdiri dari: palu terak (*chipping hammer*), sikat baja dan tang penjepit (*smith tang*). Sedangkan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja adalah terdiri dari APD sebagaimana yang telah dijelaskan pada Materi Pokok 1 yang terdiri dari: pakaian kerja, apron/jaket las, sarung tangan, dan helm/kedok las.

Dalam pengelasan Anda harus memahami hal-hal penting dalam menyiapkan, melakukan, dan memperbaiki hasil las. Disamping harus memahi prinsip-prinsip kerja las busur manual, Anda semestinya memahami tentang jenis dan pengkutuban mesin las, terutama bagaimana memasang (*setting*) mesin las dalam berbagai keperluan pengelasan. Artinya, Anda harus paham tentang penggunaan arus AC, DCSP, dan DCSP, serta paham tentang besaran arus las dan *Duty Cycle* mesin yang digunakan.

E. Evaluasi

Pertanyaan :

1. Mesin las busur manual secara umum dibagi dalam 2 golongan, yakni AC dan DC. Coba Anda jelaskan apa yang dimaksud dengan pengkutuban: DCRP/DCEP dan DCSP/DCEN, serta jelaskan juga perbedaan keduanya dalam hal kedalaman penetrasinya
2. Voltage input mesin las 220 volt, setelah mesin las dihidupkan voltage akan berubah menjadi voltage yang tidak terlalu membahayakan, tapi belum terjadi busur listrik, dalam pengelasan hal ini dikenal dengan istilah _____, dan besar tegangannya adalah: _____ Volt.
3. Tuliskan alat-alat utama dan alat-alat bantu las busur manual, serta uraikan penggunaannya secara singkat!
4. Mesin las dengan out put DC bisa menghasilkan distribusi panas yang berbeda apabila pengkutubannya dipertukarkan. Isilah dengan benar pengkutuban, distribusi panas dan penetrasi yang dihasilkan pada kolom di bawah ini.

	PENGKUTUBAN		DISTRIBUSI PANAS		PENETRASI
	Elektroda	Masa	Elektroda	Masa	
DCSP					
DCRP					

5. Jika *Duty Cycle* mesin las pada 300 A adalah 60%, berapa *Duty Cycle* yang diizinkan pada pengoperasian 350 A? Kemudian, untuk pengoperasian mesin las secara terus menerus (100%), berapa output (besaran arus las) yang digunakan?



Kegiatan Pembelajaran 6

Elektroda Las Busur Manual

A. Tujuan Pembelajaran

Disediakan bahan ajar (modul) dan peralatan las oksasi-asetilen, maka setelah mempelajari kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu:

1. Menguraikan jenis-jenis dan penggunaan elektroda las busur manual sesuai referensi.
2. Menguraikan kodefikasi secara umum.
3. Menentukan penggunaan dan pemilihan elektroda sesuai jenisnya.
4. Menentukan cara-cara merekondisi elektroda.
5. Menentukan cara-cara penyimpanan elektroda.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

20.24.4. Memilih penggunaan elektroda SMAW sesuai jenis bahan dan konstruksi sambungan las.

C. Uraian Materi

1. Fungsi, Jenis dan Ukuran Elektroda

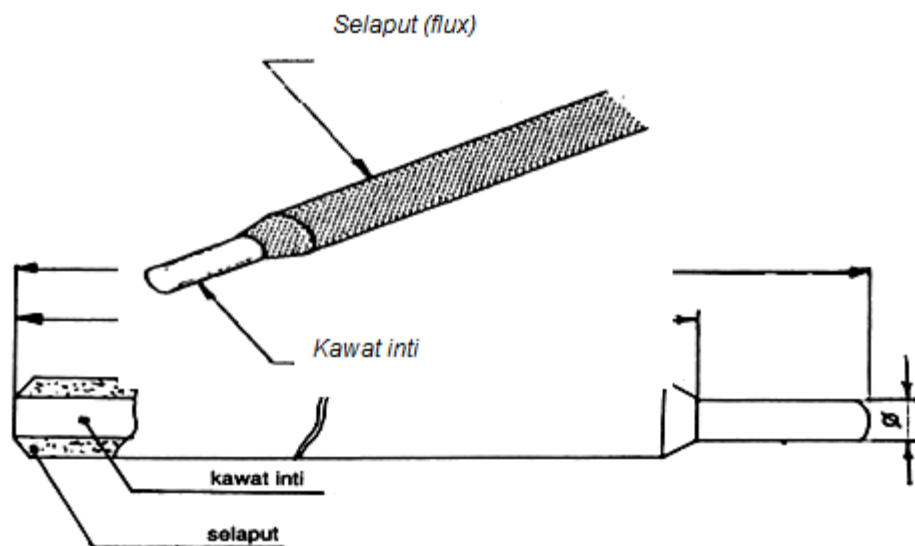
1.1. Fungsi Elektroda

- a. Fungsi inti elektroda:
 - Sebagai penghantar arus listrik dari tang elektroda ke busur yang terbentuk, setelah bersentuhan dengan benda kerja
 - Sebagai bahan tambah.
- b. Fungsi salutan elektroda:
 - Untuk memberikan gas pelindung pada logam yang dilas, melindungi kontaminasi udara pada waktu logam dalam keadaan cair.
 - Membentuk lapisan terak, yang melapisi hasil pengelasan dari oksidasi udara selama proses pendinginan.

- Mencegah proses pendinginan agar tidak terlalu cepat.
- Memudahkan penyalaan.
- Mengontrol stabilitas busur.

Salutan elektroda peka terhadap lembab, oleh karena itu elektroda yang telah dibuka dari bungkusnya disimpan dalam kabinet pemanas (*oven*) yang bersuhu kira-kira 15° C lebih tinggi dari suhu udara luar. Apabila tidak demikian, maka kelembaban akan menyebabkan hal-hal sebagai berikut :

- Salutan mudah terkelupas, sehingga sulit untuk menyalakan
- Percikan yang berlebihan.
- Busur tidak stabil.
- Asap yang berlebihan



Gambar 24. Elektroda Las Busur Manual

1.2. Jenis Elektroda

Jenis elektroda sangat ditentukan oleh jenis/tipe salutannya, sehingga penamaan elektroda secara umum adalah berdasarkan jenis salurannya. Tipe elektroda sangat beragam tergantung pada jenis bahan dan bentuk konstruksi pengelasannya. Secara umum terdiri dari jenis *rutile*, *cellulose*, serbuk besi dan *basic* (*Low Hydrogen*)

a. Rutile

Rutile adalah jenis elektroda untuk penggunaan umum dan dipakai untuk menyambung, pada pekerjaan-pekerjaan struktur dan baja lembaran. Elektroda ini mudah digunakan pada berbagai posisi, penetrasi sedang dengan percikan yang sedikit dan hasil las yang rapi/halus.

b. Cellulose

Elektroda cellulose membentuk terak yang sangat tipis yang cukup mudah dibersihkan. Untuk mengimbangi terak yang tipis, elektroda menghasilkan suatu volume gas pelindung yang besar untuk melindungi cairan logam selama proses pengelasan.

Elektroda cellulose mempunyai karakteristik busur yang kuat dan agresif serta mencair dan membeku secara cepat. Penetrasinya dalam dengan percikan yang banyak, maka elektroda ini digunakan terutama untuk pengisian akar (*root*) pada pengelasan pipa, pelat dan baja profil.

c. Serbuk Besi

Elektroda serbuk besi menghasilkan penetrasi yang dalam dan akan mencair dengan cepat bila arus pengelasan yang tinggi digunakan.

Secara umum digunakan untuk menghasilkan penetrasi akar yang baik pada sambungan tumpul posisi di bawah tangan dan sambungan sudut posisi mendatar.

d. Basic (*Low Hydrogen*)

Elektroda *Low Hydrogen* akan menghasilkan pengisian dengan sifat mekanik yang sangat baik.

Elektroda jenis ini digunakan untuk mengelas baja karbon sedang, baja paduan atau untuk menghasil sambungan-sambungan yang kuat.

1.3. Ukuran Elektroda

Elektroda diproduksi dengan standar ukuran panjang dan diameter. Diameter elektroda diukur pada kawat intinya. Ukuran diameter elektroda secara umum berkisar antara 1,5 sampai dengan 7 mm, panjang antara

250 – 450 mm serta dengan tebal salutan antara 10% - 50% dari diameter elektroda.

Dalam perdagangan elektroda tersedia dengan beratnya 25 kg, 20 kg, atau 5 kg; dibungkus dalam dus atau kemasan yang terbuat dari kertas dan lapisan plastik pada bagian luarnya.

Biasanya pada tiap kemasan dituliskan ukuran elektroda, yaitu: berat per kemasan/kotak dan diameter elektrodanya, disamping identitas atau keterangan lain, antara lain: merk/pabrik pembuat, kode produksi dan kode elektroda, ketentuan-ketentuan penggunaan, dll.

2. Kode dan Penggunaan Elektroda

Kode elektroda digunakan untuk mengelompokkan elektroda dari perbedaan pabrik pembuatnya terhadap kesamaan jenis dan pemakaiannya. Kode elektroda ini biasanya dituliskan pada salutan elektroda dan pada kemasan/bungkusnya.

Menurut *American Welding Society* (AWS) kode elektroda dinyatakan dengan E diikuti dengan 4 atau lima digit (E XXX) yang artinya adalah sebagai berikut:

E = elektroda

Dua atau tiga digit pertama : menunjukkan nilai **kekuatan tarik (*tensile strength*) minimum x 1000 psi** pada hasil pengelasan yang diperkenankan.

Digit ke tiga atau empat : menunjukkan tentang **posisi pengelasan** yang artinya sbb :

- 1 = elektroda dapat digunakan untuk semua posisi (E xx1x)
- 2 = elektroda dapat digunakan untuk posisi di bawah tangan (*flat*) dan mendatar pada sambungan sudut/*fillet* (E xx2x)
- 3 = hanya untuk posisi di bawah tangan saja (E xx3x)
- 4 = untuk semua posisi kecuali arah turun (E .xx4x)

Digit terakhir (ke empat/lima) menunjukkan tentang jenis arus dan tipe salutan.

Digit (angka) tersebut mulai dari 0 s.d. 8 yang menunjukkan tipe arus dan pengkutuban (*polarity*) yang digunakan, di mana ada empat pengelompokan yang dapat menunjukkan tipe arus untuk tiap tipe elektroda, yaitu:

- Elektroda dengan digit terakhirnya 0 dan 5 dapat digunakan hanya untuk tipe arus DCRP.
- Elektroda dengan digit terakhirnya 2 dan 7 dapat digunakan untuk arus AC atau DCSP.
- Elektroda dengan digit terakhirnya 3 dan 4 dapat digunakan untuk arus AC atau DC (DCRP dan DCSP).
- Elektroda dengan digit terakhirnya 1, 6 dan 8 dapat digunakan untuk arus AC atau DCRP.

Khusus untuk tipe salutan (*flux*) elektroda, secara umum adalah sebagai berikut :

- 0 dan 1 = tipe salutannya adalah: **celluloce** (E xxx0 atau E xxx1)
- 2, 3 dan 4 = tipe salutannya adalah: **rutile** (E xxx2, E xxx3 atau E xxx4)
- 5, 6 dan 8 = tipe salutannya adalah: **basic/base** (E xxx5, E xxx6 atau E xxx8)
- 7 = tipe salutannya adalah: **oksida besi** (E xxx7).

Dalam klasifikasi elektroda las busur manual yang mengacu pada *American Welding Society (AWS) Specification*, yakni Spesifikasi A5.1 untuk *mild steel* dan A5.5 untuk *low-alloy steel* dijelaskan lebih lanjut tentang macam-macam jenis salutan serta penggunaan tiap-tiap elektroda sebagaimana tabel berikut ini.

Tabel 2. Tipe Salutan dan Arus Las

Klasifikasi	Tipe Salutan	Arus	Penggunaan secara Umum
E XX10	Cellulose	DC Positif	- Pengelasan akar (<i>root</i>) - Pengelasan Pipa
E XX11		AC/DC Positif	

Klasifikasi	Tipe Salutan	Arus	Penggunaan secara Umum
E XX12	Rutile	AC/DC Negatif	Penggunaan Umum
E XX13		AC/DC	
E XX14	Rutile, serbuk besi \pm 30%	AC/DC	Penggunaan Umum
E XX15	<i>Low Hydrogen</i>	DC Positif	Untuk penyambungan yang kuat dan kualitas tinggi
E XX16		AC/DC Positif	
E XX18	<i>Low Hydrogen</i> , serbuk besi \pm 25%	AC/DC Positif	
E XX20	Oksida Besi Kadar Tinggi (<i>High Iron Oxide</i>)	AC/DC	Untuk pengelasan akar (<i>root</i>) pada sambungan tumpul posisi di bawah tangan dan sambungan sudut posisi <i>horizontal</i> .
E XX24	Rutile, serbuk besi \pm 50%	AC/DC	Untuk pengisian jumlah banyak/cepat pada posisi di bawah tangan.
E XX27	Mineral, serbuk besi \pm 50%	AC/DC	
E XX28	<i>Low Hydrogen</i> , serbuk besi 50%	AC/DC Positif	Untuk pengisian jumlah banyak/cepat dan sambungan yang kuat.

Berdasarkan *American Welding Society (AWS) Specification*, maka berikut ini adalah contoh klasifikasi elektroda untuk Spesifikasi A5.1 dan A5.5 :

Tabel 3. Klasifikasi Elektroda

AWS Classification	Tensile Strength, min, psi	Yield Point, min, psi	Elongation in 2 in., min, percent	Radiographic Standard ^a	V-Notch Impact ^d
E60 Series ^b					
E6010	62,000	50,000	22	Grade II	20 ft/lb at -20°F
E6011	62,000	50,000	22	Grade II	20 ft/lb at -20°F
E6012	67,000	55,000	17	Not required	Not required
E6013	67,000	55,000	17	Grade II	Not required
E6020	62,000	50,000	25	Grade I	Not required
E6027	62,000	50,000	25	Grade II	20 ft/lb at -20°F
E70 Series ^c					
E7014	72,000	60,000	17	Grade II	Not required
E7015			22	Grade I	20 ft/lb at -20°F
E7016			22	Grade I	20 ft/lb at -20°F
E7018			22	Grade I	20 ft/lb at -20°F
E7024			17	Grade II	Not required
E7028			22	Grade II	20 ft/lb at 0°F

Tambahan bahan paduan pada elektroda akan ditunjukkan dengan dua digit setelah empat/lima digit terakhir kode elektroda, seperti contoh: E 8018-B2, di mana "B2" tersebut adalah menunjukkan % kandungan bahan paduan pada elektroda tersebut.

Berikut ini adalah simbol komposisi bahan paduan yang biasa ditambahkan pada elektroda :

A1	C, 0,5 Mo
B1	0,5 Cr, 0,5 Mo
B2	1,25 Cr, 0,5 Mo
B3	2,25 Cr, 1 Mo
C1	2,5 Ni
C2	3,5 Ni
C3	1 Ni
D1	1,5 Mn, 0,25 Mo
D2	1 Mn, 0,25 Mo

Catatan :

C = Karbon

Cr = Chromium

Mo = Molybdenum

Ni = Nikel

Mn = Mangan

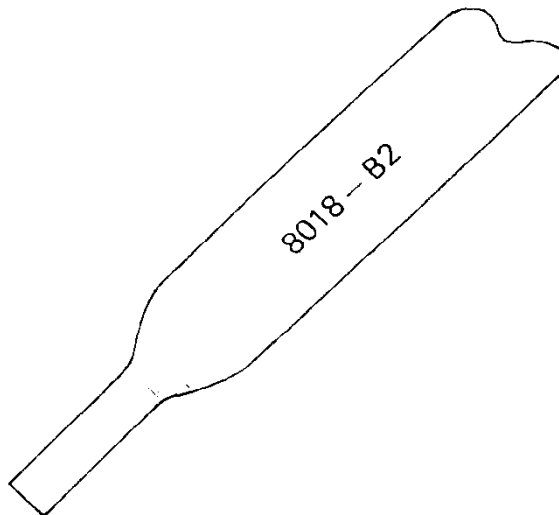
Contoh pembacaan kode elektroda las busur manual:

E 6013

- E = elektroda.
- 60 = kekuatan tarik minimum = $60 \times 1000 \text{ psi} = 60.000 \text{ psi}$
- 1 = elektroda dapat dipakai untuk semua posisi
- 3 = tipe salutan adalah *rutile* dan arus AC atau DC.

E 8018-B2

- E = elektroda.
- 80 = kekuatan tarik minimum = 80.000 psi
- 1 = elektroda dapat dipakai untuk semua posisi
- 8 = tipe salutan adalah *basic* dan arus AC atau DCRP.
- B2 = bahan paduan adalah 1,25 Cr, 0,5 Mo.



Gambar 25. Penulisan Kode Elektroda

D. Rangkuman

Elektroda las busur manual terdiri dari bagian inti dan salutan atau selaput. Inti berfungsi sebagai penghantar arus listrik dan sebagai bahan tambah atau pengisi. Bahan inti elektroda sangat beragam tergantung kebutuhan atau jenis

bahan yang dilas, antara lain yang paling banyak adalah baja karbon dan baja paduan. Adapun salutan elektroda berfungsi sebagai: (1) media yang akan membentuk gas pelindung dari kontaminasi udara pada waktu logam dalam keadaan cair, (2) membentuk lapisan terak, yang melapisi hasil pengelasan dari oksidasi udara selama proses pendinginan, (3) mencegah proses pendinginan agar tidak terlalu cepat, dan (4) mengontrol stabilitas busur.

Berdasarkan standar *American Welding Society* (AWS) dijelaskan bahwa: kode elektroda yang diawali dengan spesifikasi (contohnya A5.1 untuk *mild steel* dan A5.5 untuk *low-alloy steel*), kemudian diikuti dengan “huruf E” yang berarti “elektroda” dan diiringi 4 s.d. 5 digit angka. Misalnya untuk kode elektroda yang empat digit, artinya sebagai berikut: (1) dua digit pertama berarti menunjukkan nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) minimum x 1000 psi pada hasil pengelasan yang diperkenankan, (2) digit ke tiga menunjukkan posisi pengelasan, dan (3) digit ke empat menunjukkan jenis salutan dan jenis arus las yang digunakan (selengkapnya lihat Tabel 2).

E. Evaluasi

Untuk mengukur hasil belajar Anda tentang materi pokok “elektroda las busur manual”, maka kerjakanlah soal-soal berikut ini secara seksama.

PERTANYAAN :

1. Menguraikan jenis-jenis dan penggunaan elektroda las busur manual sesuai referensi
2. Berdasarkan standar AWS, kode elektroda las ditulis dengan awal huruf E kemudian diikuti 4 atau 5 digit. Coba Anda jelaskan arti dari kode elektroda: E 6012, E 6010, dan E 7018.
3. Uraikan perbedaan karakteristik/spesifikasi masing-masing elektroda E 6013, E 6010, dan E 7018 dalam hal: tingkat pengisian, kedalaman penetrasi, kehalusan rigi las, serta tingkat suara yang ditimbulkan.
4. Kondisi elektroda yang kurang baik akan berdampak pada hasil las. Coba Anda jelaskan masalah-masalah yang akan terjadi jika elektroda lembab;

kemudian jelaskan juga bagaimana melakukan rekondisi untuk masing-masing jenis elektroda (*rutile*, *Low Hydrogen*, dan *cellulose*)

5. Agar elektroda bertahan lama sebelum digunakan, maka elektroda perlu disimpan secara baik dan benar. Oleh sebab itu, apa saja hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menyimpan elektroda? Uraikan secara ringkas dan jelas!



Kegiatan Pembelajaran 7

Pengelasan Posisi di Bawah Tangan dan Mendatar dengan Las Busur Manual

A. Tujuan Pembelajaran

Disediakan bahan ajar (modul) dan peralatan las busur manual, maka setelah mempelajari kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu:

1. Menguraikan persiapan pengelasan sambungan sudut dan tumpul posisi di bawah tangan dan mendatar.
2. Menguraikan posisi pengelasan secara umum.
3. Menguraikan prosedur pengelasan posisi di bawah tangan dan mendatar.
4. Melakukan pengelasan sambungan sudut pada pelat posisi di bawah tangan (1F) dan mendatar (2F) sesuai SOP.
5. Melakukan pengelasan sambungan tumpul (*butt weld*) pada pelat posisi di bawah tangan (1G) dan mendatar (2G) sesuai SOP..

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

20.24.5. Mengelas pada posisi 1F/PA, 2F/PB, 1G/PA, 2G/PC sesuai *standard operational prosedure* (SOP).

C. Uraian Materi

1. Persiapan Pengelasan

1. Pembuatan Kampuh Las

Pembuatan kampuh las dapat dilakukan dengan beberapa metode, tergantung bentuk sambungan dan kampuh las yang akan dikerjakan.

Metode yang biasa dilakukan dalam membuat kampuh las, khususnya untuk sambungan tumpul dilakukan dengan mesin atau alat pemotong gas (brander potong). Mesin pemotong gas lurus (*straight line cutting machine*) dipakai untuk pemotongan pelat, terutama untuk kampuh-kampuh las yang di bevel, seperti kampuh V atau X, sedang untuk

membuat persiapan pada pipa dapat dipakai mesin pemotong gas lingkaran (*circular cutting machine*) atau dengan brander potong manual atau menggunakan mesin bubut.

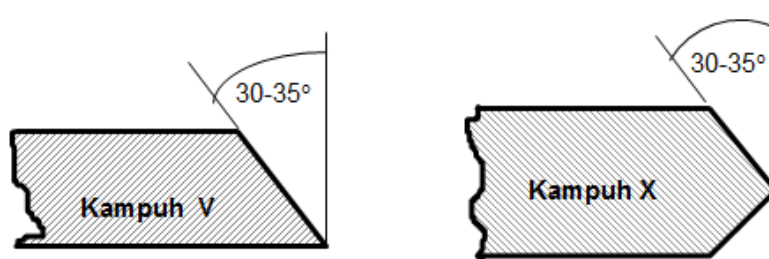
Namun untuk keperluan sambungan sudut (*fillet*) yang tidak memerlukan kampuh las dapat digunakan mesin potong pelat (*guletin*) berkemampuan besar, seperti *hidrolic shearing machine*.

Adapun pada sambungan tumpul perlu persiapan yang lebih teliti, karena tiap kampuh las mempunyai ketentuan-ketentuan tersendiri, kecuali kampuh I yang tidak memerlukan persiapan kampuh las, sehingga cukup dipotong lurus saja.

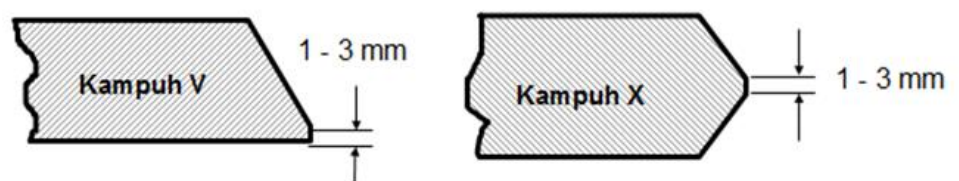
a. Kampuh V dan X (*single vee* dan *double vee*)

Untuk membuat kampuh V dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Potong sisi plat dengan sudut (*bevel*) antara 30 - 35°



- Buat "*root face*" selebar 1 - 3 mm secara merata dengan menggunakan mesin gerinda dan/atau kikir rata. Kesamaan tebal/lebar permukaan *root face* akan menentukan hasil penetrasi pada akar (*root*)



b. Kampuh U dan J.

Pembuatan kampuh U dan J dapat dilakukan dengan dua cara :

- melanjutkan pembuatan kampuh v (single vee) dengan mesin gerinda sehingga menjadi kampuh u atau j; dan
 - dibuat dengan menggunakan teknik *gas gouging*, kemudian dilanjutkan dengan gerinda dan/atau kikir.
- Setelah dilakukan persiapan kampuh las, baru dirakit (dilas catat) sesuai dengan bentuk sambungan yang dikerjakan.

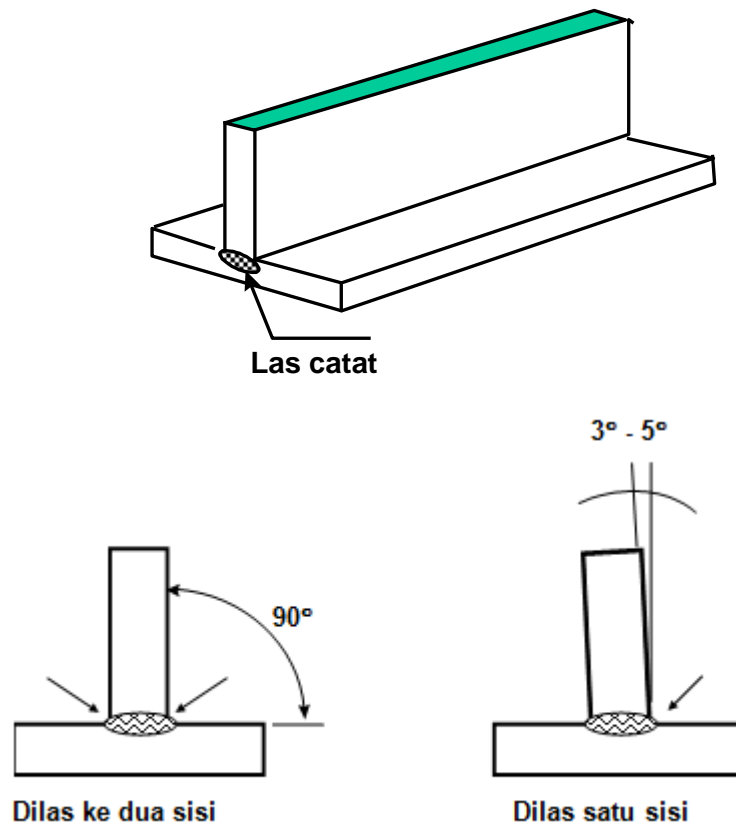
2. Las Catat

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan las catat (*tack weld*) adalah sebagai berikut :

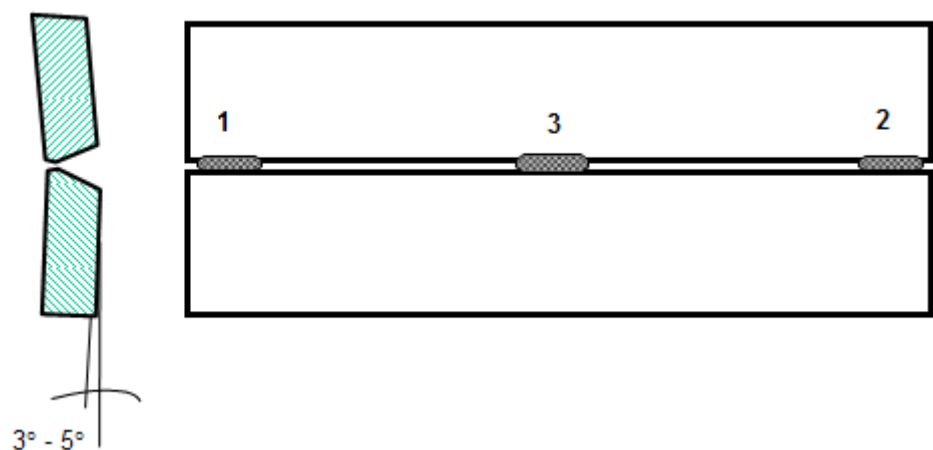
- a. Bahan las harus bersih dari bahan-bahan yang mudah terbakar dan karat.
- b. Pada sambungan sudut cukup di las catat pada kedua ujung sepanjang penampang sambungan (tebal bahan tersebut).
- c. Bila dilakukan pengelasan sambungan sudut (T) pada kedua sisi, maka konstruksi sambungan harus 90° terhadap bidang datarnya. Bila hanya satu sisi saja, maka sudut perakitannya adalah $3^\circ - 5^\circ$ menjauhi sisi tegak sambungan, yakni untuk mengantisipasi tegangan penyusutan/distorsi setelah pengelasan.
- d. Pada sambungan tumpul kampuh V, X, U atau J perlu dilas catat pada beberapa tempat, tergantung panjang benda kerja.

Untuk panjang benda kerja yang standar untuk uji profesi las (300 mm) dilakukan tiga las catat, yaitu kedua ujung dan tengah dengan panjang las catat antara 15 -30 mm atau tiga sampai empat kali tebal bahan las.

Adapun untuk panjang benda kerja di bawah atau sama dengan 150 mm dapat dilas catat pada kedua ujung saja.



Gambar 26. Persiapan Sambungan T



Gambar 27. Persiapan Sambungan Tumpul Kampuh V

2. Posisi Pengelasan

1. Posisi Pengelasan Secara Umum

Secara umum posisi pengelasan ada empat, yaitu: (1) posisi di bawah tangan/*flat/down hand*, (2) posisi mendatar/*horizontal*, (3) posisi tegak/*vertikal*, dan (4) posisi di atas kepala/*overhead*, namun karena bentuk sambungan dan jenis bahan yang berbeda, maka posisi pengelasan perlu dibedakan.

Menurut AWS, posisi pengelasan dibedakan menjadi dua kelompok, yakni posisi pengelasan pada pelat dan posisi pengelasan pada pipa. Untuk sambungan sudut (*fillet*), disingkat dengan “F” dan untuk sambungan tumpul (*butt* atau *groove*) disingkat dengan “G”. Adapun rinciannya adalah sebagai berikut.

- a. Sambungan sudut (*fillet*) pada pelat terdiri dari:
 - 1) Posisi 1F (sambungan sudut posisi di bawah tangan/*flat/down hand*)
 - 2) Posisi 2F (sambungan sudut posisi mendatar/*horizontal*)
 - 3) Posisi 3F (sambungan sudut posisi tegak/*vertical*)
 - 4) Posisi 4F (sambungan sudut posisi di atas kepala/*overhead*)
- b. Sambungan tumpul (*butt*) pada pelat terdiri dari:
 - 1) Posisi 1G (sambungan tumpul posisi di bawah tangan/*flat/down hand*)
 - 2) Posisi 2G (sambungan tumpul posisi mendatar/*horizontal*)
 - 3) Posisi 3G (sambungan tumpul posisi tegak/*vertical*)
 - 4) Posisi 4G (sambungan tumpul posisi di atas kepala/*overhead*)
- c. Sambungan sudut (*fillet*) pada pipa (diameter berbeda) terdiri dari:
 - 1) Posisi 1F (sambungan sudut pada pipa posisi sumbu 45°, dapat diputar)
 - 2) Posisi 2F (sambungan sudut pada pipa posisi sumbu tegak, dapat diputar)
 - 3) Posisi 5F (sambungan sudut pada pipa posisi sumbu *horizontal*, tidak dapat diputar/tetap)

- 4) Posisi 6F (sambungan sudut pada pipa sumbu miring 45° , tidak dapat diputar/tetap)
- d. Sambungan tumpul (*butt* atau *groove*) pada pipa terdiri dari:
 - 1) Posisi 1G (sambungan tumpul pada pipa posisi sumbu *horizontal*, dapat diputar)
 - 2) Posisi 2G (sambungan tumpul pada pipa posisi sumbu tegak, dapat diputar)
 - 3) Posisi 5G (sambungan tumpul pada pipa posisi sumbu *horizontal*, tidak dapat diputar/tetap)
 - 4) Posisi 6G (sambungan tumpul pada pipa sumbu miring 45° , tidak dapat diputar/tetap)

Namun demikian, dewasa ini istilah untuk posisi pengelasan di beberapa industri maupun di kalangan profesional atau lembaga diklat di Indonesia juga menggunakan/mengacu pada standar lain, diantaranya adalah Eropa. Adapun istilah yang digunakan adalah sebagai berikut

- a. Sambungan sudut (*fillet*) pada pelat terdiri dari:
 - 1) Posisi PA (sambungan sudut posisi di bawah tangan)
 - 2) Posisi PB (sambungan sudut posisi mendatar)
 - 3) Posisi PF (sambungan sudut posisi tegak arah naik), dan PG (posisi tegak arah turun)
 - 4) Posisi 4D (sambungan sudut posisi di atas kepala/*overhead*)
- b. Sambungan tumpul (*butt*) pada pelat terdiri dari:
 - 1) Posisi PA (sambungan tumpul posisi di bawah tangan/*flat/down hand*)
 - 2) Posisi PC (sambungan tumpul posisi mendatar/*horizontal*)
 - 3) Posisi PF (sambungan tumpul posisi tegak arah naik), dan PG (posisi tegak arah turun)
 - 4) Posisi PE (sambungan tumpul posisi di atas kepala/*overhead*)
- c. Sambungan sudut (*fillet*) pada pipa (diameter berbeda) terdiri dari:
 - 1) Posisi PA (sambungan sudut pada pipa posisi sumbu 45° , dapat diputar)

- 2) Posisi PC (sambungan sudut pada pipa posisi sumbu tegak, dapat diputar)
- 3) Posisi PF (sambungan sudut pada pipa posisi sumbu *horizontal*, dilas pada posisi tegak, pipa dapat diputar)

Catatan: posisi PF = posisi 3F (posisi ini tidak ada pada standar AWS)

- 1) Posisi PE (sambungan sudut pada pipa posisi sumbu vertikal, dilas pada posisi *overhead*, pipa dapat diputar)

Catatan: posisi PE = posisi 4F (posisi ini tidak ada pada standar AWS)

- 1) Posisi PF (sambungan sudut pada pipa posisi sumbu *horizontal*, dilas arah naik, tidak dapat diputar/tetap); dan PG (dilas arah turun)
- 2) Posisi L45 PA (sambungan sudut pada pipa sumbu miring 45°, tidak dapat diputar/tetap).

d. Sambungan tumpul (*butt* atau *groove*) pada pipa terdiri dari:

- 1) Posisi PA (sambungan tumpul pada pipa posisi sumbu *horizontal*, dapat diputar)
- 2) Posisi PC (sambungan tumpul pada pipa posisi sumbu tegak, dapat diputar)
- 3) Posisi PF (sambungan tumpul pada pipa posisi sumbu *horizontal*, dilas pada posisi tegak, pipa dapat diputar)

Catatan: posisi PF = posisi 3G (posisi ini tidak ada pada standar AWS)

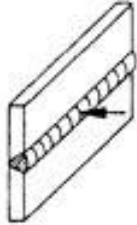
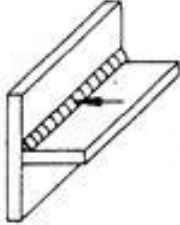
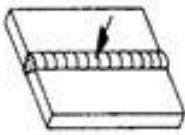
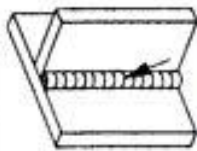
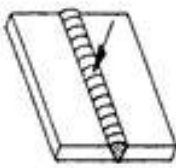
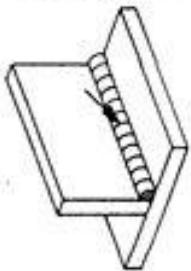
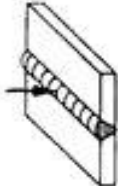
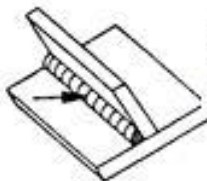
- 1) Posisi PE (sambungan tumpul pada pipa posisi sumbu vertikal, dilas pada posisi *overhead*, pipa dapat diputar)

Catatan: posisi PE = posisi 4G (posisi ini tidak ada pada standar AWS)

- 1) Posisi PF (sambungan tumpul pada pipa posisi sumbu *horizontal*, dilas arah naik, tidak dapat diputar/tetap); dan PG (dilas arah turun)
- 2) Posisi H-LO45 PA (sambungan tumpul pada pipa sumbu miring 45°, tidak dapat diputar/tetap).
- 3) Posisi 6GR (sambungan tumpul pada pipa sumbu miring 45°, posisi terhalang flens/ring/posisi sulit, pipa tidak dapat diputar/tetap).





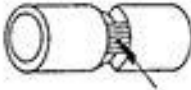
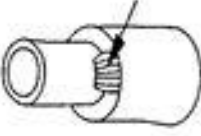
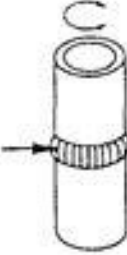

Untuk lebih jelasnya tentang posisi pengelasan menurut standar AWS (Amerika) dan Eropa, berikut ini disajikan gambar posisi pengelasan tersebut.

POSISI PENGELASAN PADA PELAT

Overhead		4G/PE		4F/PD
Vertical		3G/PF & PG		3F/PF & PG
Horizontal		2G/PC		2F/PB
Flat		1G/PA		1F/PA
	Butt		Fillet	

Gambar 28. Posisi Pengelasan pada Pelat Menurut Standar Amerika dan Eropa

POSISI PENGELASAN PADA PIPA

 6G/H-LO45	 6F/L45 PA
 5G/PF & PG	 5F/PF & PG
 2G/PC	 2F/PC
 1G/PA	 1F/PA
Butt	Fillet

Gambar 29. Posisi Pengelasan pada Pipa Menurut Standar Amerika dan Eropa

Berdasarkan uraian di atas, dapat dilihat bahwa posisi pengelasan menurut AWS ada perbedaan dengan standar Eropa, dimana pada standar AWS tidak ada posisi tegak (3F dan 3G) dan atas kepala pada pipa (4F dan 4G). Disamping itu ada juga perbedaan dari peletakan bahan pipa, dimana menurut AWS peletakan pipa posisi 6F adalah dilas dari arah sisi bawah (diameter pipa yang lebih besar berada di atas), sedangkan pada posisi L45 PA dilas dari arah sisi atas (diameter pipa yang lebih besar berada di bawah).

3. Prosedur Pengelasan Posisi di Bawah Tangan, *Horizontal*

Prosedur pengelasan yang benar dan sesuai merupakan salah satu hal terpenting untuk mencapai kualitas pengelasan secara maksimum dan efisien/ekonomis. Oleh sebab itu sebelum dilakukan pengelasan, maka perlu dipahami terlebih dahulu prosedur pengelasannya agar proses dan hasil las dapat mencapai standar yang diharapkan.

3.1. Prosedur Umum

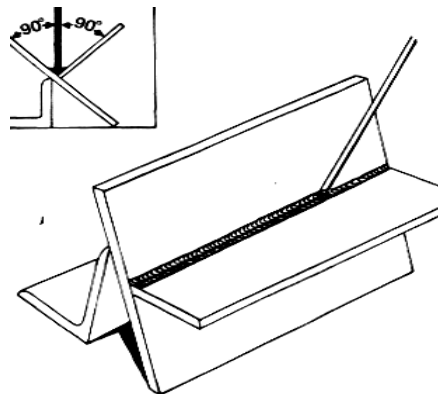
Secara umum, prosedur-prosedur yang harus dilakukan setiap kali akan, sedang dan setelah pengelasan adalah meliputi hal-hal berikut ini :

- a. Adanya prosedur pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K) dan prosedur penanganan kebakaran yang jelas/tertulis.
- b. Periksa sambungan-sambungan kabel las, yaitu dari mesin las ke kabel las dan dari kabel las ke benda kerja/meja las serta sambungan dengan tang elektroda.. Harus diyakinkan, bahwa tiap sambungan terpasang secara benar dan rapat.
- c. Periksa saklar sumber tenaga, apakah telah dihidupkan.
- d. Pakai pakaian kerja yang aman.
- e. Konsentrasi dengan pekerjaan.
- f. Setiap gerakan elektroda harus selalu terkontrol.
- g. Berdiri secara seimbang dan dengan keadaan rileks.
- h. Periksa, apakah penghalang sinar las/ruang las sudah tertutup secara benar.

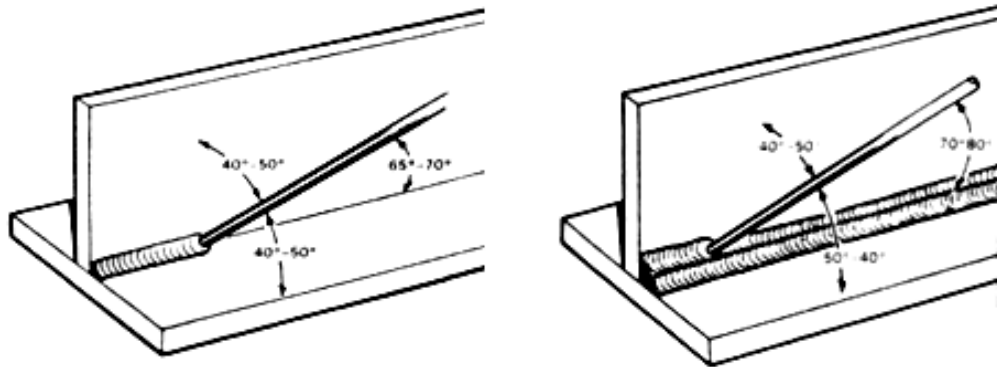
- i. Tempatkan tang elektroda pada tempat yang aman jika tidak dipakai.
- j. Selalu gunakan kaca mata pengaman (bening) selama bekerja.
- k. Bersihkan terak dan percikan las sebelum melanjutkan pengelasan berikutnya.
- l. Matikan mesin las bila tidak digunakan.
- m. Jangan meninggalkan tempat kerja dalam keadaan kotor dan kembalikan peralatan yang dipakai pada tempatnya.

3.2. Penempatan Bahan Las dan Posisi Elektroda

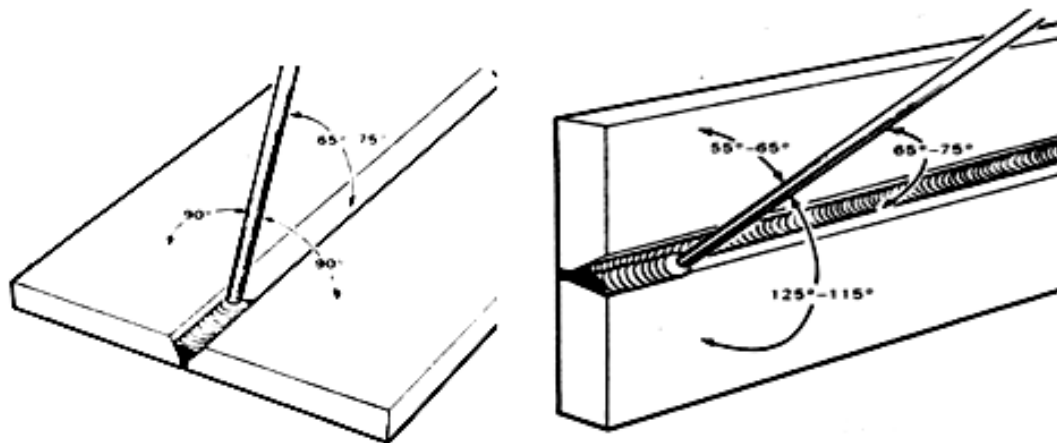
Penempatan bahan pada pengelasan pelat posisi di bawah tangan adalah posisi di mana bahan atau bidang yang dilas ditempatkan secara rata (*flat*) atau sejajar dengan bidang *horizontal*, sedangkan penempatan bahan pada pengelasan posisi *horizontal* adalah penempatan di mana bidang yang dilas mendatar dan memanjang pada bidang *horizontal*. Adapun penempatan bahan pada pengelasan posisi tegak adalah penempatan di mana bidang yang dilas adalah tegak/*vertical*. Berikut ini adalah gambar-gambar penempatan bahan las untuk tiap posisi tersebut.



Gambar 30. Penempatan Bahan Posisi 1F



Gambar 31. Penempatan Bahan Posisi *Horizontal* (2F)



Gambar 32. Penempatan bahan Posisi 1G dan 2G

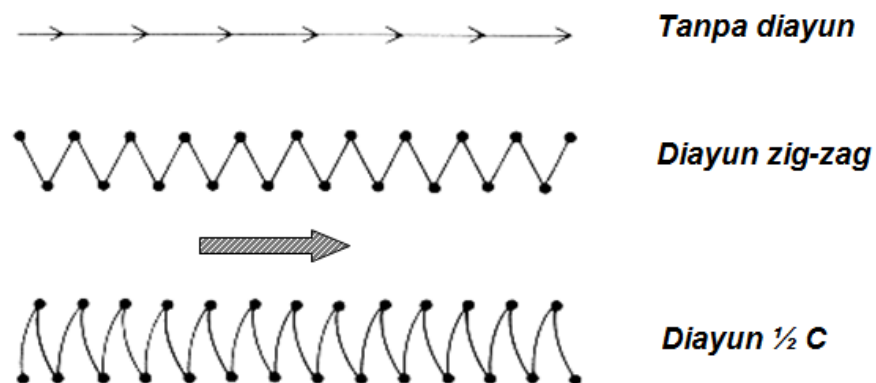
3.3. Arah dan Gerakan Elektroda

Arah pengelasan (elektroda) pada proses las busur manual adalah arah mundur atau ditarik, sehingga bila operator las menggunakan tangan kanan, maka arah pengelasan adalah dari kiri ke kanan. Demikian juga sebaliknya, jika menggunakan tangan kanan, maka tarikan elektroda adalah dari kanan ke kiri. Namun, pada kondisi tertentu dapat dilakukan dari depan mengarah ke tubuh operator las.

Dalam hal ini, yang terpenting adalah sudut elektroda terhadap garis tarikan elektroda sesuai dengan ketentuan (prosedur yang ditetapkan) dan busur serta cairan logam las dapat terlihat secara sempurna oleh operator las.

Pada pengelasan sambungan T maupun pada sambungan tumpul posisi di bawah tangan secara umum untuk jalur pertama adalah ditarik tanpa ada ayunan elektroda, tapi untuk jalur kedua dan selanjutnya sangat tergantung pada kondisi pengelasan itu sendiri, sehingga dapat dilakukan ayunan atau tetap ditarik seperti jalur pertama.

Sedangkan pada posisi *horizontal*, baik untuk sambungan sudut/T atau sambungan tumpul secara umum tidak dilakukan ayunan/gerakan elektroda (hanya ditarik) dengan sudut yang sesuai dengan prosedurnya. Berikut ini adalah bentuk-bentuk ayunan (*weaving*) atau gerakan elektroda yang dapat diterapkan pada pengelasan posisi di bawah tangan (*down hand*) dan mendatar (*horizontal*).



Gambar 33. Arah dan Gerakan Elektroda untuk Posisi *Downhand* dan *Horizontal*

D. Rangkuman

Persiapan sambungan las merupakan tahapan terpenting sebelum dilakukan pengelasan. Untuk itu Anda harus memahami bentuk-bentuk persiapan kampuh las dan memiliki kemampuan dalam membuat persiapan sambungan dengan menggunakan peralatan yang sesuai, terutama alat potong gas lurus (*straight line cutting machine*) untuk membuat persiapan (kampuh las) pada pelat, dan menggunakan mesin pemotong gas lingkaran (*circular cutting machine*) untuk membuat persiapan (kampuh las) pada pipa.

Disamping itu, pemahaman tentang posisi pengelasan juga perlu menjadi perhatian Anda, karena kesalahan posisi merupakan kesalahan dalam proses pengelasan. Untuk bahan pelat, terdiri dari posisi-posisi: 1F dan 1G, 2F dan 2G, 3F dan 3G, dan 4F dan 4G; sedangkan pada pipa terdiri dari posisi: 1F dan 1G, 2F dan 2G, 5F dan 5G, dan 6F dan 6G (selengkapnya, lihat Gambar 8.3 dan 8.4).

E. Evaluasi

Untuk mengukur hasil belajar Anda tentang materi pokok “persiapan dan prosedur pengelasan”, maka kerjakanlah soal-soal berikut ini secara seksama.

PERTANYAAN :

1. Jelaskan langkah-langkah membuat persiapan sambungan (kampuh las) bentuk V!
2. Uraikan dengan singkat (lengkapi dengan gambar) prosedur membuat las catat (*tack weld*) pada sambungan tumpul kampuh V
3. Gambarkan dan jelaskan posisi-posisi las: 2F, 3G, dan 5G
4. Uraikan prosedur pengelasan pelat sambungan tumpul posisi 2G, dan lengkapi dengan gambar posisi elektrodanya!

F. Latihan

Latihan 8.1

Jalur Las Posisi Di Bawah Tangan

TUJUAN :

Setelah mempelajari dan berlatih membuat jalur las posisi di bawah tangan pada pelat baja karbon, Anda diharapkan akan mampu :

- Mempersiapkan peralatan las busur manual secara benar dan sesuai dengan SOP.

- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Mengatur penggunaan arus pengelasan sesuai dengan pekerjaan.
- Membuat jalur las menggunakan elektroda *rutile* dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.

ALAT DAN BAHAN :

1. Alat :

- Seperangkat peralatan las busur manual.
- Alat keselamatan dan kesehatan kerja kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

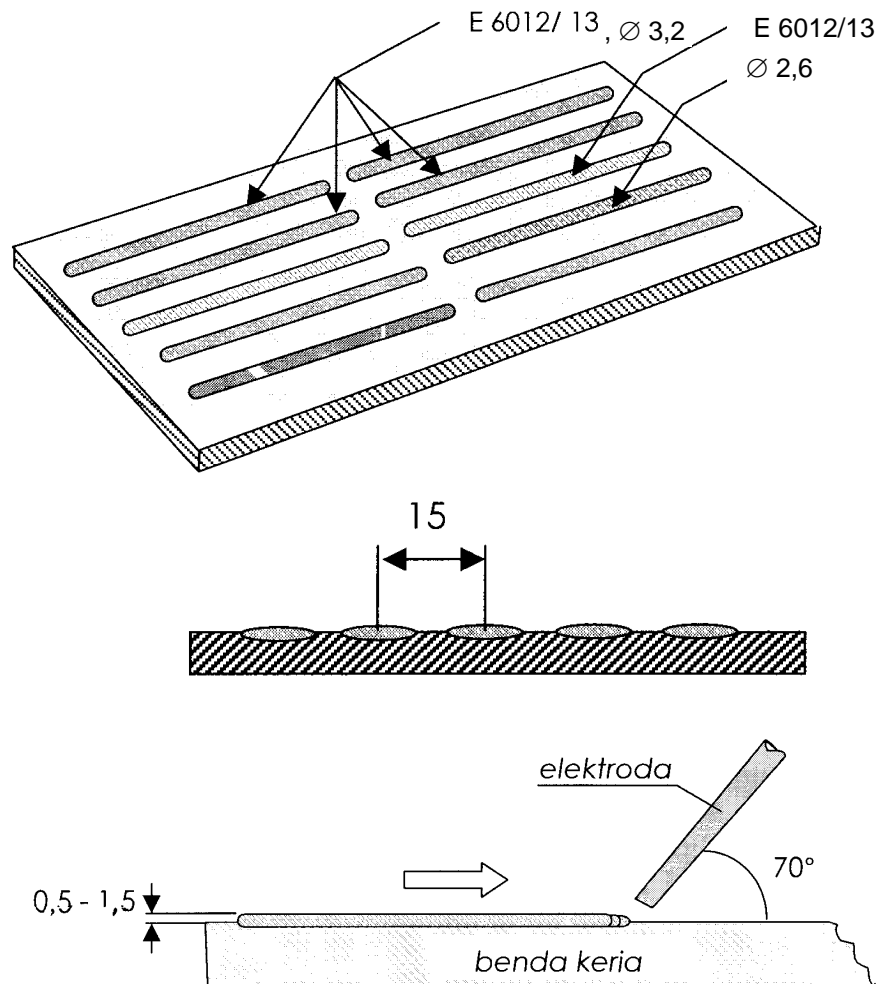
2. Bahan :

- Pelat baja karbon ukuran 100 x 200 x 6 mm
- Elektroda E 6013, Ø 2,6 dan 3,2 mm

KESELAMATAN KERJA :

- Periksa persambungan kabel-kabel las. Jaga agar tidak ada yang kurang kuat/longgar.
- Jauhkan benda-benda yang mudah terbakar dari lokasi pengelasan.
- Gunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang layak dan sesuai dengan fungsinya.
- Jangan gunakan tang dan kabel las yang tidak terisolasi.
- Bekerjalah pada ruang las dengan sirkulasi udara/ventilasi yang cukup.
- Usahakan ruang las/tempat pengelasan tidak terbuka, sehingga cahaya las tidak mengganggu lingkungan/orang lain yang berada di sekitar lokasi.
- Bertanyalah pada Instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

LEMBARAN KERJA :



LANGKAH KERJA :

- Siapkan bahan las dengan ukuran 100 x 200 x 10 mm, kikir/grinda bagian-bagian yang tajam.
- Lukis garis ukuran jalur las yang akan dibuat, dan jika perlu beri tanda dengan penitik untuk memudahkan dalam pengelasan.
- Tempatkan bahan diatas meja kerja dengan posisi rata/di bawah tangan.
- Atur arus pengelasan antara 60 – 90 Amp untuk penggunaan elektroda las Ø 2,6 dan 90 – 120 Amp untuk elektroda las Ø 3,2mm.
- Lakukan pengelasan sesuai demonstrasi Instruktur/pembimbing.

- f. Periksa hasil las tiap jalur yang dikerjakan pada Instruktur/pembimbing sebelum jalur-jalur las selanjutnya.
- g. Lakukan pengelasan dengan menggunakan arus las yang bervariasi untuk memperoleh hasil yang maksimal.
- h. Lakukan pengelasan ulang sesuai petunjuk Instruktur/pembimbing, jika belum mencapai kriteria.
- i. Dinginkan dan bersihkan bahan sebelum diserahkan pada Instruktur/pembimbing.

PENILAIAN :

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	K	BK
Lebar jalur las (elektroda Ø 3,2mm)	7mm +2; - 0 mm		
Lebar jalur las (elektroda Ø 2,6mm)	5mm +2; - 0 mm		
Tinggi jalur las	1mm, ±0,5mm		
Kelurusan jalur las	Penyimpangan maks. 20%.		
Rigi las	85% rata dan halus		
Undercut	Maks. 15% x 0,5mm		
Overlap	Tidak terjadi overlap		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

K = Kompeten

BK = Belum Kompeten

Latihan 8.2

Penyambungan Jalur Las

TUJUAN :

Setelah mempelajari dan berlatih menyambung jalur las posisi di bawah tangan pada pelat baja karbon, Anda diharapkan akan mampu :

- Mempersiapkan peralatan las busur manual secara benar dan sesuai dengan SOP.
- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Mengatur penggunaan arus pengelasan sesuai dengan pekerjaan.
- Menyambung jalur las menggunakan elektroda *rutile* dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.

ALAT DAN BAHAN :

1. Alat :

- Seperangkat peralatan las busur manual.
- Alat keselamatan dan kesehatan kerja kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan :

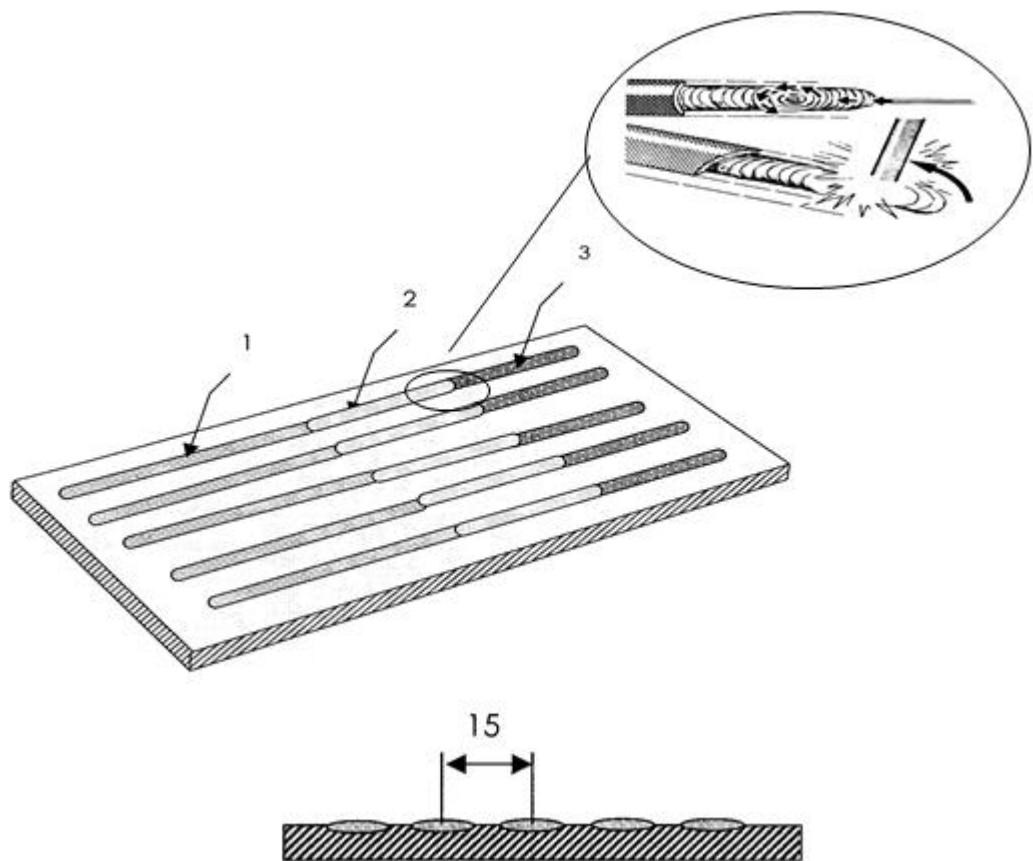
- Pelat baja karbon ukuran 100 x 200 x 6 mm
- Elektroda E 6013, Ø 2,6 dan 3,2 mm

KESELAMATAN KERJA :

- Periksa persambungan kabel-kabel las. Jaga agar tidak ada yang kurang kuat/longgar.
- Jauhkan benda-benda yang mudah terbakar dari lokasi pengelasan.

- Gunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang layak dan sesuai dengan fungsinya.
- Jangan gunakan tang dan kabel las yang tidak terisolasi.
- Bekerjalah pada ruang las dengan sirkulasi udara/ventilasi yang cukup.
- Usahakan ruang las/tempat pengelasan tidak terbuka, sehingga cahaya las tidak mengganggu lingkungan/orang lain yang berada di sekitar lokasi.
- Bertanyalah pada Instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

LEMBARAN KERJA :



LANGKAH KERJA :

- Siapkan bahan las dengan ukuran 100 x 200 x 10 mm, kikir/grinda bagian-bagian yang tajam.
- Lukis garis ukuran jalur las yang akan dibuat, dan jika perlu beri tanda dengan penitik untuk memudahkan dalam pengelasan.
- Tempatkan bahan diatas meja kerja dengan posisi rata/di bawah tangan.
- Atur arus pengelasan antara 60 – 90 Amp untuk penggunaan elektroda las \varnothing 2,6 dan 90 – 120 Amp untuk elektroda las \varnothing 3,2mm.
- Lakukan pengelasan dan penyambungan jalur las sesuai demonstrasi Instruktur/ pembimbing.
- Periksakan hasil las tiap jalur yang dikerjakan pada Instruktur/pembimbing sebelum jalur-jalur las selanjutnya.
- Lakukan pengelasan ulang sesuai petunjuk Instruktur/pembimbing, jika belum mencapai kriteria.
- Dinginkan dan bersihkan bahan sebelum diserahkan pada Instruktur/pembimbing.

PENILAIAN :

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	K	BK
Lebar jalur las (elektroda \varnothing 3,2mm)	7mm +2; - 0 mm		
Lebar jalur las (elektroda \varnothing 2,6mm)	5mm +2; - 0 mm		
Tinggi jalur las	1mm, \pm 0,5mm		
Sambungan jalur las	<ul style="list-style-type: none">Rata dan berpaduPerbedaan tinggi maks. 0,5mm		
Kelurusan jalur las	Penyimpangan maks. 20%.		
Rigi las	85% rata dan halus		
Undercut	Maks. 15% x 0,5mm		

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	K	BK
Overlap	Tidak terjadi overlap		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

K = Kompeten

BK = Belum Kompeten

Latihan 8.3

Penebalan Permukaan

TUJUAN :

Setelah mempelajari dan berlatih melakukan penebalan permukaan posisi di bawah tangan pada pelat baja karbon, Anda diharapkan akan mampu :

- Mempersiapkan peralatan las busur manual secara benar dan sesuai dengan SOP.
- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Mengatur penggunaan arus pengelasan sesuai dengan pekerjaan.
- Melakukan penebalan permukaan menggunakan elektroda *rutile* dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.

ALAT DAN BAHAN :

1. Alat :

- Seperangkat peralatan las busur manual.
- Alat keselamatan dan kesehatan kerja kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan :

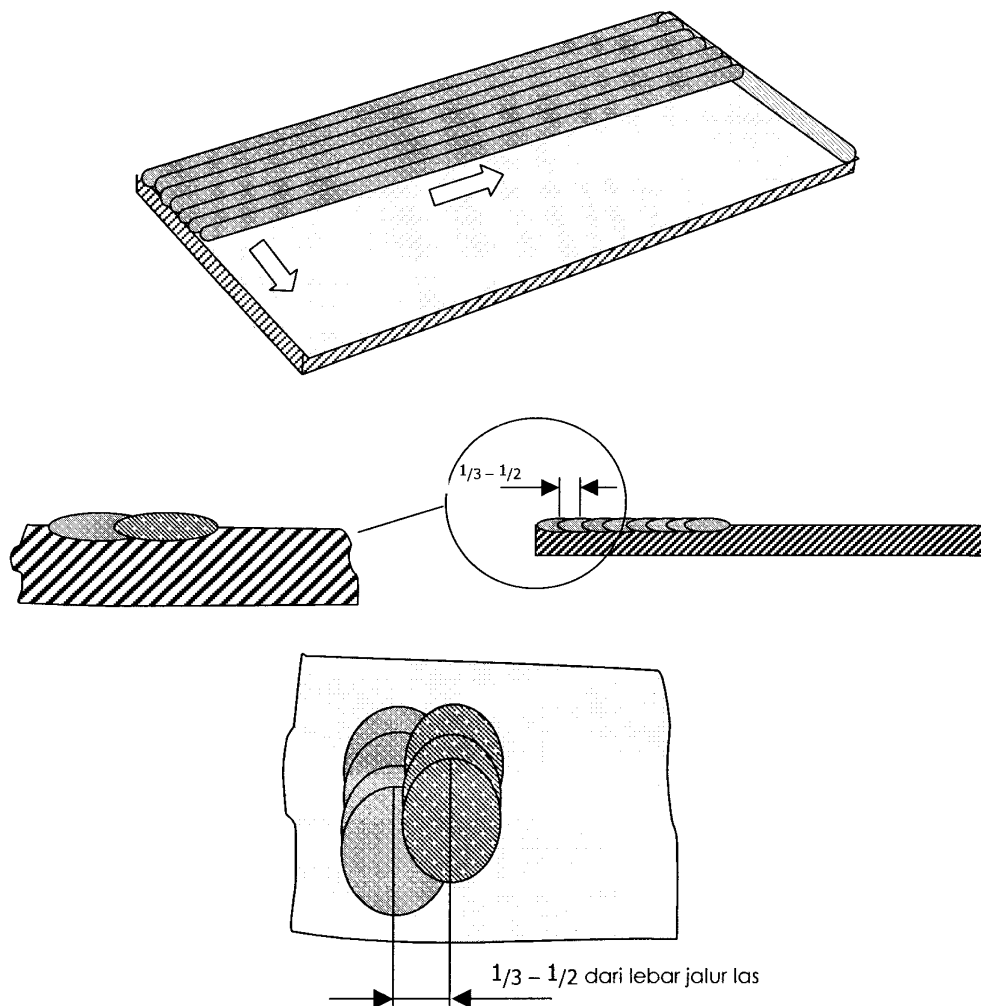
- Pelat baja karbon ukuran 100 x 150 x 6 mm
- Elektroda E 6013, \varnothing 3,2 mm

KESELAMATAN KERJA :

- Periksa persambungan kabel-kabel las. Jaga agar tidak ada yang kurang kuat/longgar.
- Jauhkan benda-benda yang mudah terbakar dari lokasi pengelasan.
- Gunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang layak dan sesuai dengan fungsinya.
- Jangan gunakan tang dan kabel las yang tidak terisolasi.

- Bekerjalah pada ruang las dengan sirkulasi udara/ventilasi yang cukup.
- Usahakan ruang las/tempat pengelasan tidak terbuka, sehingga cahaya las tidak mengganggu lingkungan/orang lain yang berada di sekitar lokasi.
- Bertanyalah pada Instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

LEMBARAN KERJA :



LANGKAH KERJA

- Siapkan bahan las dengan ukuran 100 x 200 x 10 mm, kikir/grinda bagian-bagian yang tajam.
- Tempatkan bahan diatas meja kerja dengan posisi rata/di bawah tangan.
- Atur arus pengelasan antara 90 – 120 Amp untuk penggunaan elektroda las \varnothing 3,2mm.
- Lakukan pengelasan/penebalan permukaan sesuai demonstrasi Instruktur/pembimbing, terutama jalur pertama harus lurus karena akan menjadi patokan untuk jalur-jalur berikutnya.
- Periksakan beberapa jalur las (hasil penebalan) yang dikerjakan pada Instruktur/pembimbing sebelum jalur-jalur las selanjutnya.
- Lakukan pengelasan ulang sesuai petunjuk Instruktur/pembimbing, jika belum mencapai kriteria.
- Dinginkan dan bersihkan bahan sebelum diserahkan pada Instruktur/pembimbing.

PENILAIAN :

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	K	BK
Tinggi jalur las (penambahan tebal)	1mm, \pm 0,5mm		
Sambungan jalur las	<ul style="list-style-type: none">Rata dan berpaduPerbedaan tinggi maks. 0,5mm		
Perubahan bentuk/distorsi	Maksimum 5°		
Rigi las	85% rata dan halus		
Cacat las	Maks. 4 mm ²		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

K = Kompeten

BK = Belum Kompeten

Latihan 8.4

Sambungan Sudut Satu Jalur Posisi 1F

TUJUAN :

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan sudut (T) posisi di bawah tangan (1F) pada pelat baja karbon, Anda diharapkan akan mampu :

- Melakukan persiapan pengelasan, meliputi peralatan dan bahan praktik.
- Menjelaskan prosedur membuat sambungan T satu jalur posisi di bawah tangan/*flat* (1F).
- Membuat sambungan T satu jalur dengan kriteria :
 - * lebar kaki las 6 mm
 - * kaki las (*reinforcement*) seimbang
 - * sambungan jalur rata
 - * *undercut* maksimum 10 % dari panjang pengelasan
 - * tidak ada overlap
 - * perubahan bentuk/distorsi maksimum 5°.

ALAT DAN BAHAN :

1. Alat :

- Seperangkat peralatan las busur manual.
- Alat keselamatan dan kesehatan kerja kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan :

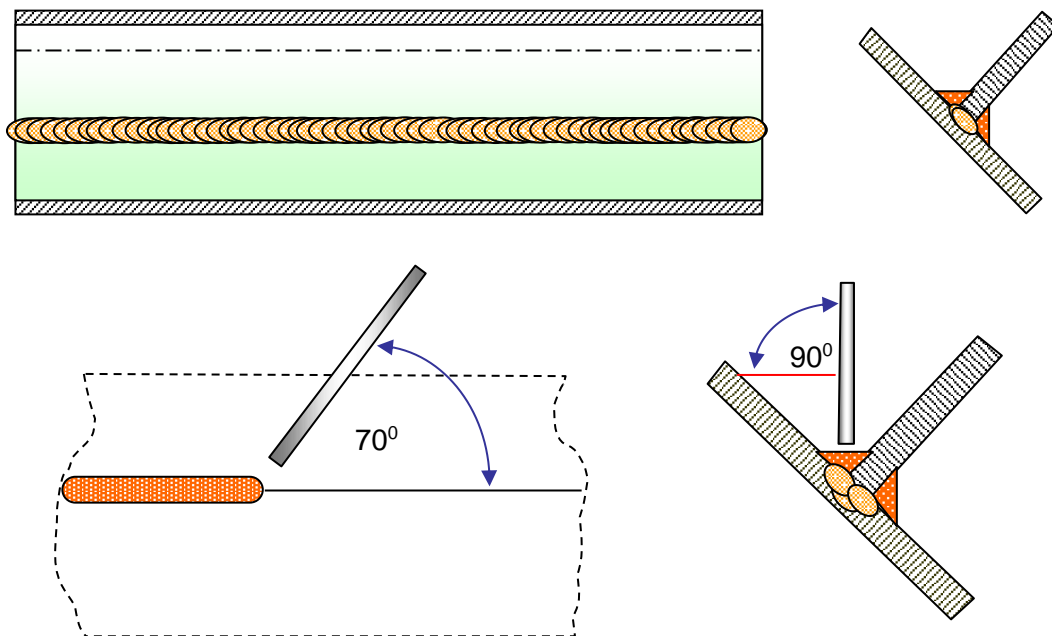
- Pelat baja karbon ukuran 75 x 200 x 6 mm (1 buah)
- Pelat baja karbon ukuran 50 x 200 x 6 mm (1 buah)
- Elektroda E 6013, Ø 3,2 mm

KESELAMATAN KERJA :

- Periksa persambungan kabel-kabel las. Jaga agar tidak ada yang kurang kuat/longgar.

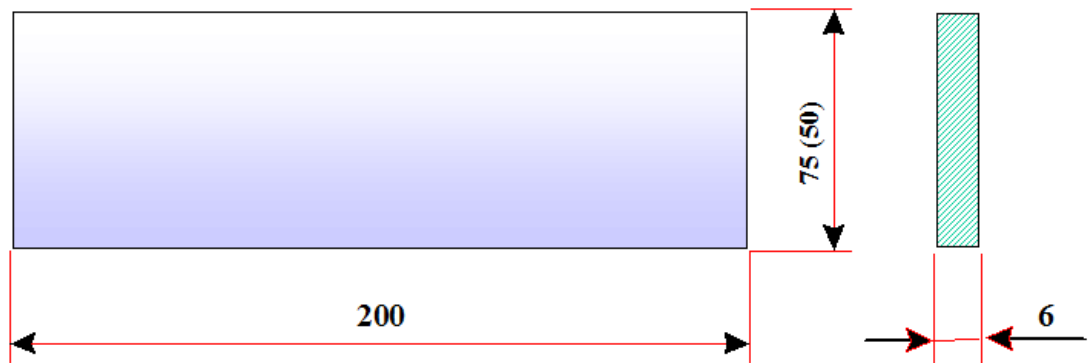
- Jauhkan benda-benda yang mudah terbakar dari lokasi pengelasan.
- Gunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang layak dan sesuai dengan fungsinya.
- Jangan gunakan tang dan kabel las yang tidak terisolasi.
- Bekerjalah pada ruang las dengan sirkulasi udara/ventilasi yang cukup.
- Usahakan ruang las/tempat pengelasan tidak terbuka, sehingga cahaya las tidak mengganggu lingkungan/orang lain yang berada di sekitar lokasi.
- Bertanyalah pada Instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

LEMBARAN KERJA :

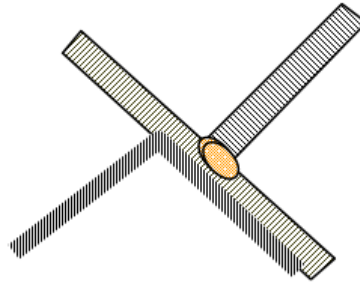


LANGKAH KERJA :

1. Menyiapkan 2 buah bahan/pelat baja lunak ukuran 75 x 150 x 6 mm dan 50 x 150 x 6 mm.



2. Membersihkan bahan dan hilangkan sisi-sisi tajamnya dengan kikir atau grinda.
3. Merakit sambungan membentuk T (sudut 90°)
4. Membuat las catat pada ke dua ujung dan bersihkan hasil las catat menggunakan palu terak dan sikat baja.
5. Memeriksa kembali kesikuan sambungan.
6. Mengatur posisi benda kerja pada posisi 1 F.



7. Melakukan pengelasan sambungan T satu jalur menggunakan elektroda E 6013 $\varnothing 2,6\text{mm}$ atau $\varnothing 3,2\text{mm}$.
8. Memeriksa hasil pengelasan tiap jalur yang dikerjakan kepada pembimbing/instruktur.
9. Mengulangi job tersebut jika hasil pengelasan belum mencapai kriteria minimum yang ditentukan.
10. Serahkan benda kerja pada pembimbing untuk diperiksa.

PENILAIAN :

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	K	BK
Kaki las	<ul style="list-style-type: none">• 6mm, \pm 1,0mm• seimbang		
Sambungan jalur las	<ul style="list-style-type: none">• rata dan berpadu• Perbedaan tinggi maks. 0,5mm		
Perubahan bentuk/distorsi	Maksimum 5°		
Rigi las	85% rata dan halus		
Cacat las	Maks. 4 mm ²		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

K = Kompeten**BK** = Belum Kompeten

Latihan 8.5

Sambungan Sudut Tiga Jalur Posisi 1F

TUJUAN :

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan sudut (T) posisi di bawah tangan (1F) pada pelat baja karbon, Anda diharapkan akan mampu :

- Melakukan persiapan pengelasan, meliputi peralatan dan bahan praktik.
- Menjelaskan prosedur membuat sambungan T tiga jalur posisi di bawah tangan/*flat* (1F).
- Membuat sambungan T satu jalur dengan kriteria :
 - * lebar kaki las 8 mm
 - * kaki las (*reinforcement*) seimbang
 - * sambungan jalur rata
 - * *undercut* maksimum 10 % dari panjang pengelasan
 - * tidak ada overlap
 - * perubahan bentuk/distorsi maksimum 5°.

ALAT DAN BAHAN :

1. Alat :

- Seperangkat peralatan las busur manual.
- Alat keselamatan dan kesehatan kerja kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan :

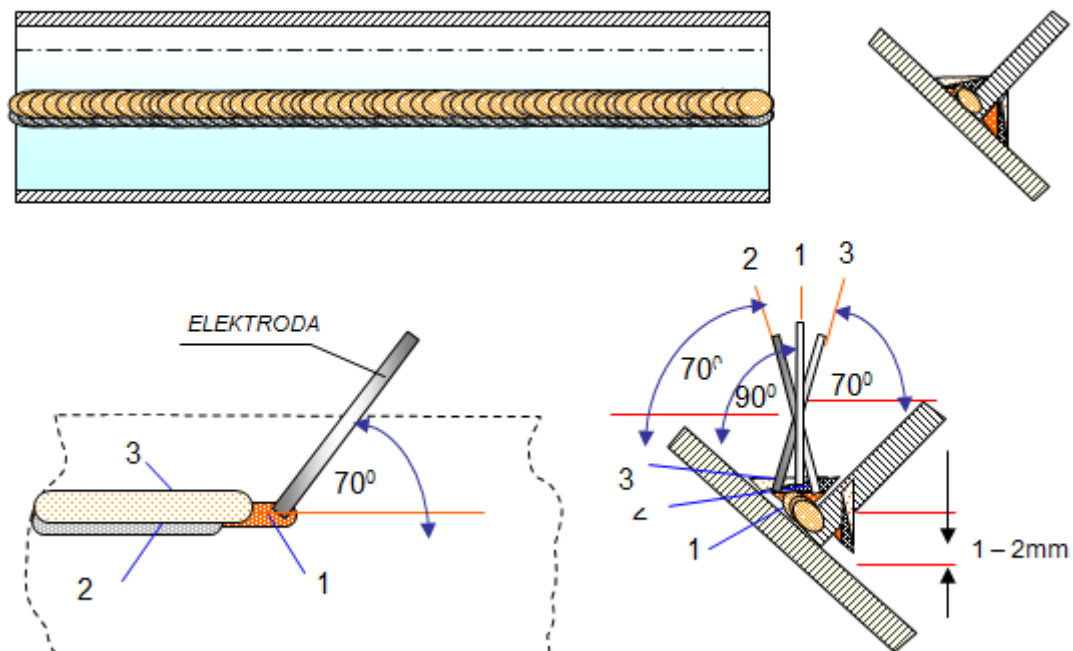
- Pelat baja karbon ukuran 75 x 200 x 8 mm (1 buah)
- Pelat baja karbon ukuran 50 x 200 x 8 mm (1 buah)
- Elektroda E 6013, Ø 3,2 mm

KESELAMATAN KERJA :

- Periksa persambungan kabel-kabel las. Jaga agar tidak ada yang kurang kuat/longgar.

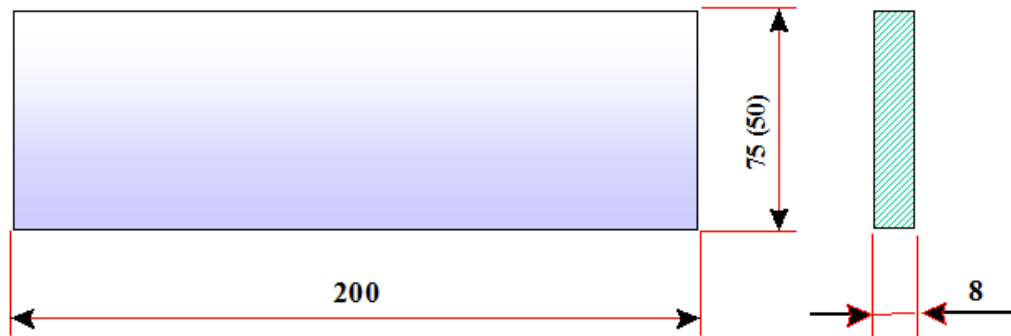
- Jauhkan benda-benda yang mudah terbakar dari lokasi pengelasan.
- Gunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang layak dan sesuai dengan fungsinya.
- Jangan gunakan tang dan kabel las yang tidak terisolasi.
- Bekerjalah pada ruang las dengan sirkulasi udara/ventilasi yang cukup.
- Usahakan ruang las/tempat pengelasan tidak terbuka, sehingga cahaya las tidak mengganggu lingkungan/orang lain yang berada di sekitar lokasi.
- Bertanyalah pada Instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

LEMBARAN KERJA :

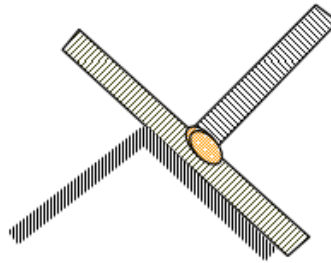


LANGKAH KERJA :

1. Menyiapkan 2 buah bahan/pelat baja lunak ukuran 75 x 150 x 6 mm dan 50 x 150 x 6 mm.



2. Membersihkan bahan dan hilangkan sisi-sisi tajamnya dengan kikir atau grinda.
3. Merakit sambungan membentuk T (sudut 90°)
4. Membuat las catat pada kedua ujung dan bersihkan hasil las catat menggunakan palu terak dan sikat baja.
5. Memeriksa kembali kesikuan sambungan.
6. Mengatur posisi benda kerja pada posisi 1 F.



7. Melakukan pengelasan sambungan T tiga jalur menggunakan elektroda E 6013 $\varnothing 2,6\text{mm}$ atau $\varnothing 3,2\text{mm}$.
8. Memeriksa hasil pengelasan tiap jalur yang dikerjakan kepada pembimbing/instruktur.
9. Mengulangi job tersebut jika hasil pengelasan belum mencapai kriteria minimum yang ditentukan.
10. Serahkan benda kerja pada pembimbing untuk diperiksa.

PENILAIAN :

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	K	BK
Kaki las	<ul style="list-style-type: none">8mm, \pm 1,0mm (<i>Throat</i>= 6mm)seimbang		
Sambungan jalur las	<ul style="list-style-type: none">rata dan berpaduPerbedaan tinggi maks. 0,5mm		
Perubahan bentuk/distorsi	Maksimum 5°		
Rigi las	85% rata dan halus		
Cacat las	Maks. 4 mm ²		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

K = Kompeten

BK = Belum Kompeten

Latihan 8.6

Sabungan Sudut Tiga Jalur Posisi 2F

TUJUAN :

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan sudut (T) posisi mendatar (2F) pada pelat baja karbon, Anda diharapkan akan mampu :

- Melakukan persiapan pengelasan, meliputi peralatan dan bahan praktik.
- Menjelaskan prosedur membuat sambungan T tiga jalur posisi mendatar/*horizontal* (2F).
- Membuat sambungan T satu jalur dengan kriteria :
 - * lebar kaki las 8 mm
 - * kaki las (*reinforcement*) seimbang
 - * sambungan jalur rata
 - * *undercut* maksimum 10 % dari panjang pengelasan
 - * tidak ada overlap
 - * perubahan bentuk/distorsi maksimum 5°.

ALAT DAN BAHAN :

1. Alat :

- Seperangkat peralatan las busur manual.
- Alat keselamatan dan kesehatan kerja kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan :

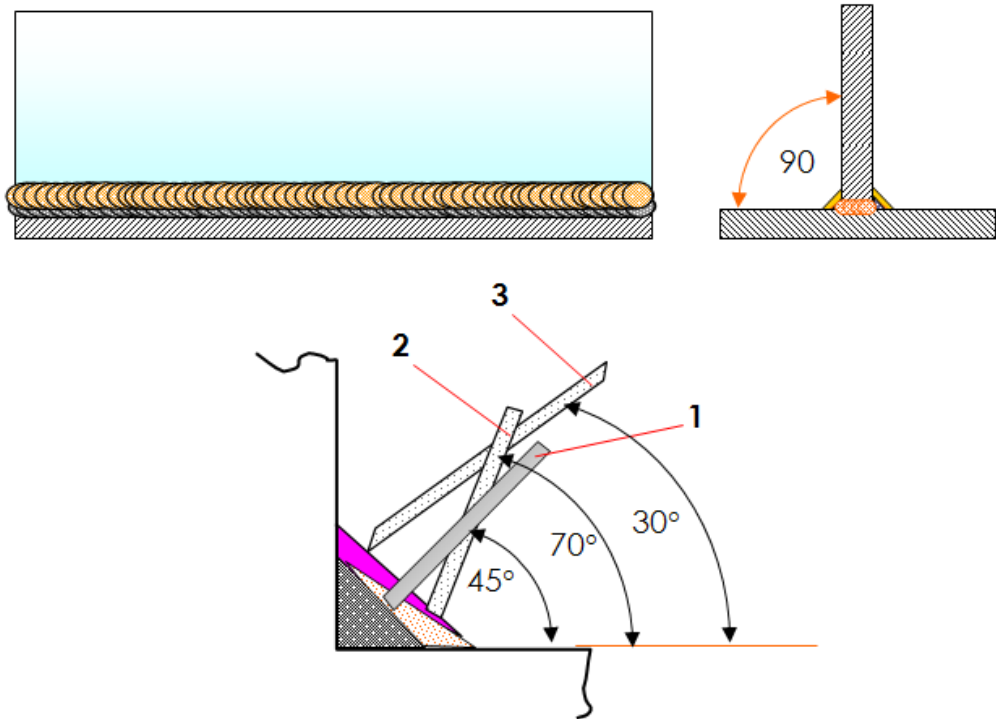
- Pelat baja karbon ukuran 75 x 200 x 8 mm (1 buah)
- Pelat baja karbon ukuran 50 x 200 x 8 mm (1 buah)
- Elektroda E 6013, Ø 3,2 mm

KESELAMATAN KERJA :

- Periksa persambungan kabel-kabel las. Jaga agar tidak ada yang kurang kuat/longgar.

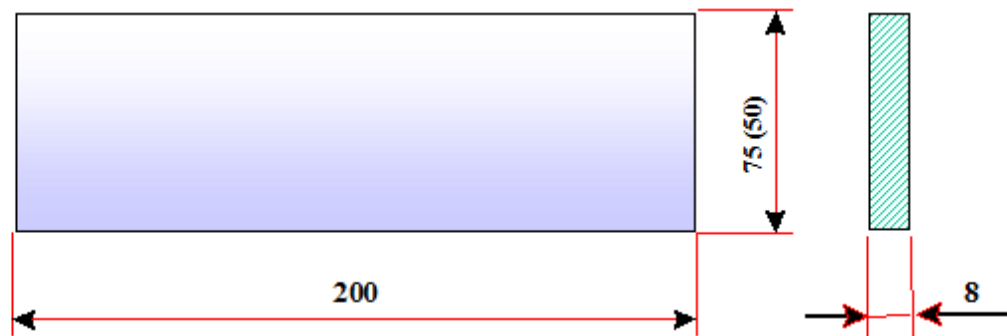
- Jauhkan benda-benda yang mudah terbakar dari lokasi pengelasan.
- Gunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang layak dan sesuai dengan fungsinya.
- Jangan gunakan tang dan kabel las yang tidak terisolasi.
- Bekerjalah pada ruang las dengan sirkulasi udara/ventilasi yang cukup.
- Usahakan ruang las/tempat pengelasan tidak terbuka, sehingga cahaya las tidak mengganggu lingkungan/orang lain yang berada di sekitar lokasi.
- Bertanyalah pada Instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

LEMBARAN KERJA :

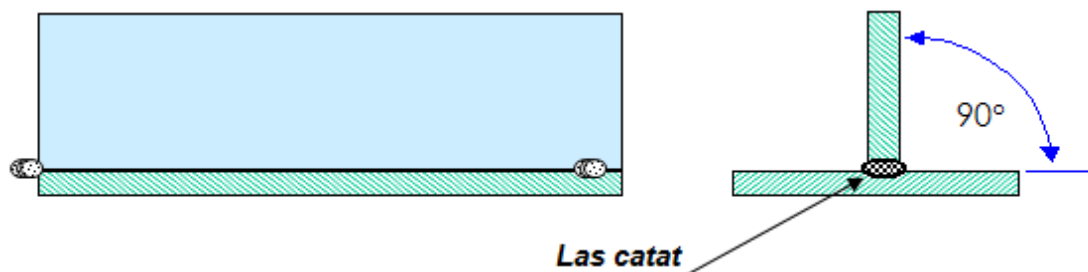


LANGKAH KERJA :

1. Menyiapkan 2 buah bahan/pelat baja lunak ukuran 75 x 150 x 6 mm dan 50 x 150 x 6 mm.



2. Membersihkan bahan dan hilangkan sisi-sisi tajamnya dengan kikir atau grinda.
3. Merakit sambungan membentuk T (sudut 90°)
4. Membuat las catat pada ke dua ujung dan bersihkan hasil las catat menggunakan palu terak dan sikat baja.



5. Memeriksa kembali kesikuan sambungan.
6. Mengatur posisi benda kerja pada posisi 2 F.
7. Melakukan pengelasan sambungan T tiga jalur menggunakan elektroda E 6013 $\varnothing 2,6\text{mm}$ atau $\varnothing 3,2\text{mm}$.
8. Memeriksa hasil pengelasan tiap jalur yang dikerjakan kepada pembimbing/instruktur.
9. Mengulangi job tersebut jika hasil pengelasan belum mencapai kriteria minimum yang ditentukan.
10. Serahkan benda kerja pada pembimbing untuk diperiksa.

PENILAIAN :

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	K	BK
Kaki las	<ul style="list-style-type: none">• 8mm, $\pm 1,0$mm (<i>Throat</i>=6mm)• seimbang		
Sambungan jalur las	<ul style="list-style-type: none">• rata dan berpadu• Perbedaan tinggi maks. 0,5mm		
Perubahan bentuk/distorsi	Maksimum 5°		
Rigi las	85% rata dan halus		
Cacat las	Maks. 4 mm ²		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

K = Kompeten**BK** = Belum Kompeten

Latihan 8.7

Sambungan Tumpul (V) Posisi 1G- *Double Side*

TUJUAN :

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan tumpul kampuh V dilas dua sisi (*V-butt Double Side*) posisi di bawah tangan/*flat* (1G) pada pelat baja karbon, Anda diharapkan akan mampu :

- melakukan persiapan pengelasan, meliputi peralatan dan bahan praktik;
- menjelaskan prosedur membuat sambungan tumpul kampuh V posisi di bawah tangan/*flat* (1G); dan
- membuat sambungan tumpul kampuh V dilas dua sisi dengan kriteria :
 - * lebar jalur las 2 mm dari pinggir kampuh (11 mm)
 - * tinggi jalur las 2 mm
 - * sambungan jalur rata
 - * beda permukaan jalur maksimum 1 mm
 - * *undercut* maksimum 0,5 mm x 15%
 - * tidak ada *overlap*
 - * perubahan bentuk/distorsi maksimum 5°.
 - * Terak/catat las pada permukaan las maksimum 4 mm².

ALAT DAN BAHAN :

1. Alat :

- Seperangkat peralatan las busur manual.
- Alat keselamatan dan kesehatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan :

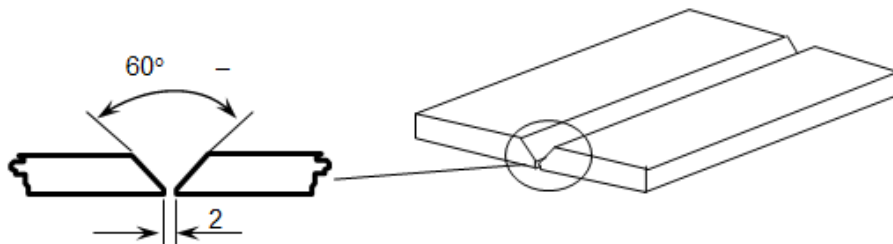
- Pelat baja karbon ukuran 75 x 200 x 6 mm (2 buah), bevel 30° - 35°
- Elektroda E 6013, Ø 2,6 dan 3,2 mm

KESELAMATAN KERJA :

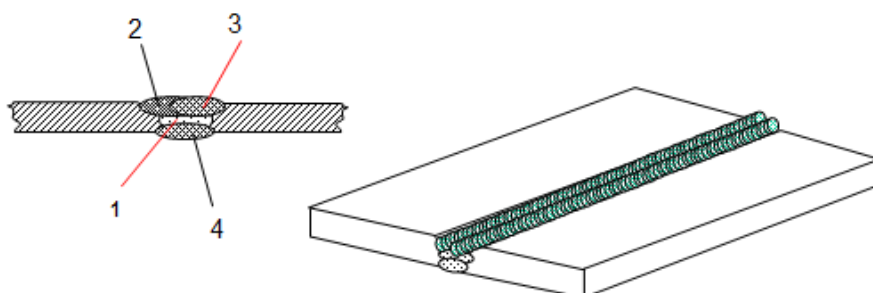
- Periksa persambungan kabel-kabel las. Jaga agar tidak ada yang kurang kuat/longgar.
- Jauhkan benda-benda yang mudah terbakar dari lokasi pengelasan.
- Gunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang layak dan sesuai dengan fungsinya.
- Jangan gunakan tang dan kabel las yang tidak terisolasi.
- Bekerjalah pada ruang las dengan sirkulasi udara/ventilasi yang cukup.
- Usahakan ruang las/tempat pengelasan tidak terbuka, sehingga cahaya las tidak mengganggu lingkungan/orang lain yang berada di sekitar lokasi.
- Bertanyalah pada instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

LEMBARAN KERJA :

Persiapan :

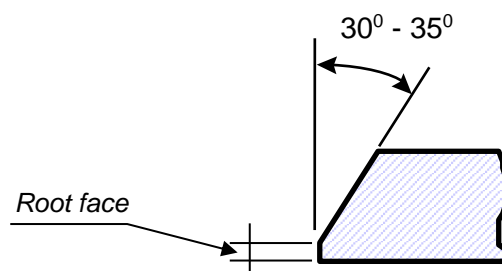


Hasil :

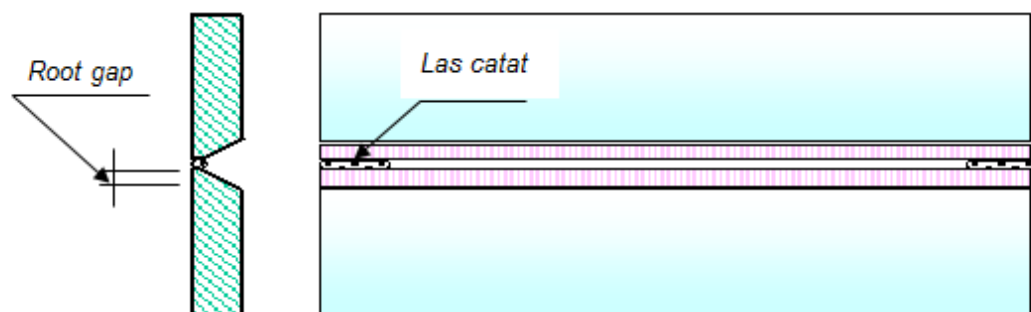


LANGKAH KERJA :

1. Memeriksa kesiapan peralatan kerja, termasuk perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja las.
2. Menyiapkan 2 buah bahan pelat baja lunak ukuran 75 x 200 x 6 mm yang kedua sisi panjangnya telah dibevel 30° - 35° .
3. Membersihkan bahan dan hilangkan sisi-sisi tajamnya dengan kikir atau grinda.
4. Membuat *root face* selebar 1 – 3 mm dengan menggunakan grinda dan kikir, dan yakinkan bahwa kedua *bevel* tersebut sama besar dan rata/sejajar satu sama lainnya.



5. Mengatur arus pengelasan antara 90 – 120 Ampere.
6. Mengatur peletakan benda kerja sesuai dengan posisi pengelasan (sesuai gambar kerja).
7. Membuat las catat sepanjang 10 – 15 mm pada kedua ujung bahan dan yakinkan bahwa kedua kepingan tersebut rapat dan sejajar dengan jarak *root gap* 1 – 3 mm.

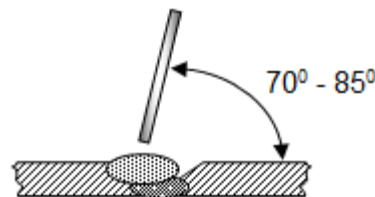


8. Membersihkan hasil las catat menggunakan palu terak dan sikat baja. Jika berlebihan, ratakan dengan grinda potong (*cutting disk*).

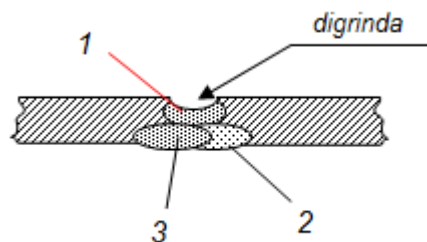
9. Melakukan pengelasan jalur pertama (*root*) sambungan tumpul kampuh V menggunakan elektroda E 6013 $\varnothing 3,2$ mm atau $\varnothing 2,6$ mm dengan sudut elektroda antara 70° – 85° tanpa diayun.



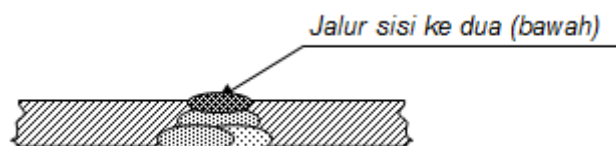
10. Melakukan pengelasan jalur kedua dan ketiga menggunakan elektroda E 6013 $\varnothing 3,2$ mm dengan sudut elektroda 70° - 85° terhadap sisi pengelasan.



11. Membalik benda kerja, kemudian grinda akar las (*root*) selebar ± 5 mm dengan kedalaman 2 – 3 mm atau sampai kelihatan jalur akar secara merata.



12. Melakukan pengelasan pada sisi bawah (satu jalur) dengan menggunakan elektroda yang sama tanpa diayun.



13. Memeriksa hasil pengelasan yang dikerjakan kepada pembimbing/instruktur.
14. Mengulangi pekerjaan tersebut jika hasil pengelasan belum mencapai kriteria minimum yang ditentukan.
15. Serahkan benda kerja pada pembimbing untuk diperiksa.

PENILAIAN :

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	K	BK
Lebar jalur las	11 mm, \pm 2 mm		
Tinggi jalur las	2 mm, \pm 1,0 mm		
<i>Undercut</i>	Maksimum 0,5 mm x 15%		
<i>Overlap</i>	Tidak ada <i>overlap</i>		
Sambungan jalur las	<ul style="list-style-type: none">• rata dan berpadu• Perbedaan tinggi maks. 0,5mm		
Perubahan bentuk/distorsi	Maksimum 5°		
Cacat las	Maks. 4 mm ²		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

K = Kompeten**BK** = Belum Kompeten

Latihan 8.8

Sambungan Tumpul (V) Posisi 1G- *Single Side*

TUJUAN

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan tumpul kampuh V dilas satu sisi posisi di bawah tangan/*flat* (1G) pada pelat baja karbon, Anda diharapkan akan mampu:

- melakukan persiapan pengelasan, meliputi peralatan dan bahan praktik;
- menjelaskan prosedur membuat sambungan tumpul kampuh V dilas satu sisi (*V-butt Single Side*) posisi *flat* (1G); dan
- membuat sambungan tumpul kampuh V dilas satu sisi dengan kriteria :
 - * lebar jalur las 2 mm dari pinggir kampuh (16 mm)
 - * tinggi jalur las 2 mm
 - * sambungan jalur rata
 - * beda permukaan jalur maksimum 1 mm
 - * *undercut* maksimum 0,5 mm x 10%
 - * tidak ada *overlap*
 - * perubahan bentuk/distorsi maksimum 5°.
 - * Terak/catat las pada permukaan las maksimum 4 mm².

ALAT DAN BAHAN

1. Alat :

- Seperangkat mesin las busur manual (siap pakai)
- Peralatan bantu pengelasan.
- Mesin grinda
- Batu grinda potong(*cutting disk*) Ø 100 x t. 2 mm)
- Peralatan keselamatan & kesehatan kerja

2. Bahan :

- Pelat baja lunak, ukuran 80 x 200 x 10 mm, 2 buah; dibevel 300- 350
- Elektroda jenis rutil (E 6013), Ø2,6 dan Ø3,2 mm

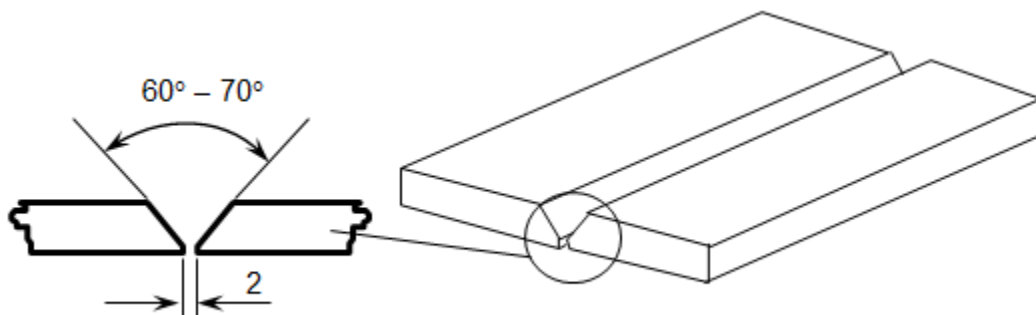
- Elektroda jenis cellulose (E 6010/11), $\varnothing 2,6$ mm atau $\varnothing 3,2$ mm.

KESELAMATAN KERJA :

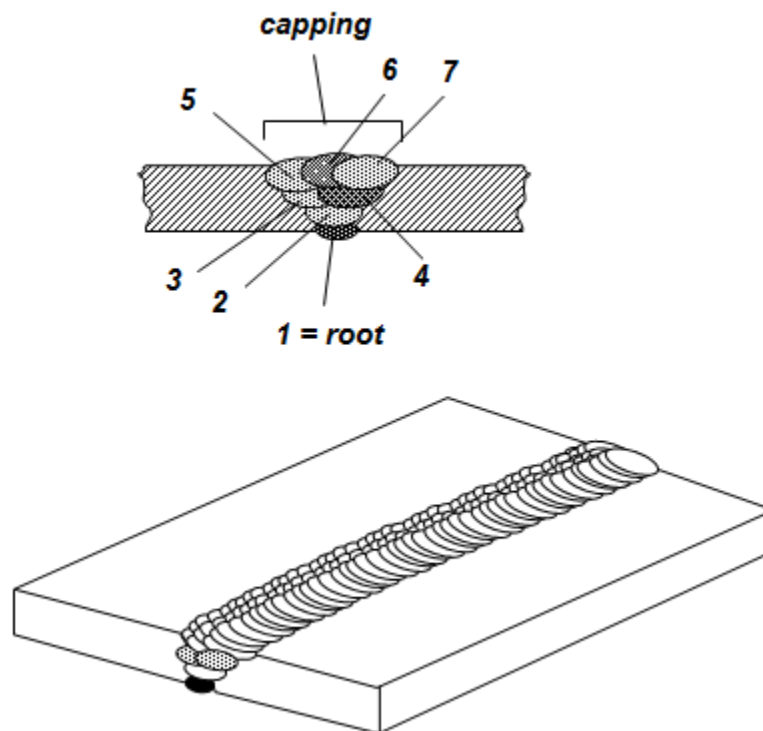
- Periksa persambungan kabel-kabel las. Jaga agar tidak ada yang kurang kuat/longgar.
- Jauhkan benda-benda yang mudah terbakar dari lokasi pengelasan.
- Gunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang layak dan sesuai dengan fungsinya.
- Jangan gunakan tang dan kabel las yang tidak terisolasi.
- Bekerjalah pada ruang las dengan sirkulasi udara/ventilasi yang cukup.
- Usahakan ruang las/tempat pengelasan tidak terbuka, sehingga cahaya las tidak mengganggu lingkungan/orang lain yang berada di sekitar lokasi.
- Bertanyalah pada Instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

GAMBAR KERJA :

Persiapan :

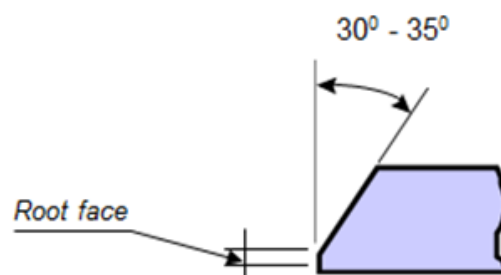


Hasil :

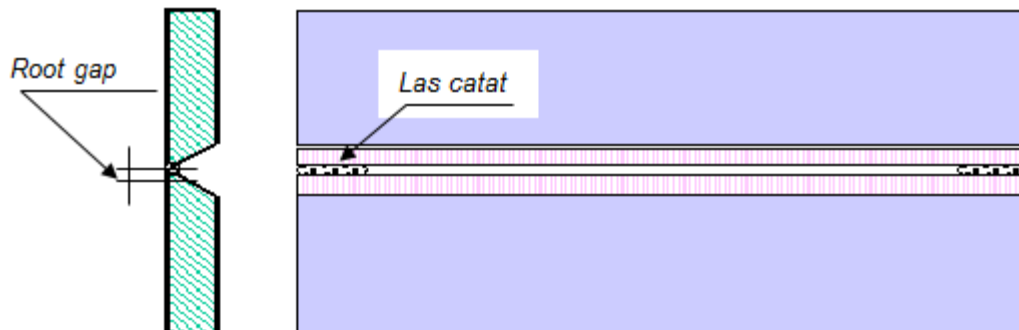


LANGKAH KERJA :

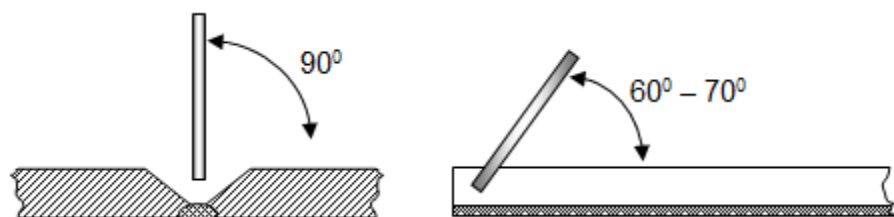
1. Memeriksa kesiapan peralatan kerja, termasuk perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja las.
2. Menyiapkan 2 buah bahan/pelat baja lunak ukuran 80 x 200 x 10mm dibevel 30° - 35° .
3. Membersihkan bahan dan hilangkan sisi-sisi tajamnya dengan kikir atau grinda.
4. Membuat *root face* selebar 1 – 2 mm dengan menggunakan grinda dan kikir, dan yakinkan bahwa kedua *bevel* tersebut sama besar dan rata/sejajar satu sama lainnya.



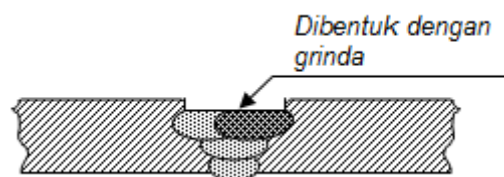
5. Mengatur peletakan benda kerja sesuai dengan posisi pengelasan (sesuai gambar kerja).
6. Membuat las catat (*tack weld*) sepanjang 10 – 15 mm pada kedua ujung bahan dan yakinkan bahwa kedua kepingan tersebut rapat dan sejajar dengan jarak *root gap* 1 – 2 mm.



7. Membersihkan hasil las catat menggunakan palu terak dan sikat baja. Jika berlebihan, ratakan dengan grinda potong (*cutting disk*).
8. Melakukan pengelasan jalur pertama (*root*) sambungan tumpul kampuh V menggunakan elektroda E 6010/11 $\varnothing 2,6$ atau $\varnothing 3,2$ mm dengan sudut elektroda antara $60^\circ - 70^\circ$ tanpa diayun.



9. Melakukan pengelasan jalur kedua (pengisian) dan seterusnya menggunakan elektroda E 6013 $\varnothing 3,2$ mm dengan memperhatikan urutan pengelasan.
10. Melakukan pengelasan jalur terakhir (*capping*), yang terlebih dahulu dirapikan/diratakan dengan grida potong dengan lebar ± 14 mm (selebar persiapan/kampuh las) dan kedalaman antara 0,5 - 1 mm.



11. Memeriksa hasil pengelasan yang dikerjakan kepada pembimbing/instruktur.
12. Mengulangi pekerjaan tersebut jika hasil pengelasan belum mencapai kriteria minimum yang ditentukan.
13. Serahkan benda kerja pada pembimbing untuk diperiksa.

PENILAIAN :

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	K	BK
Lebar jalur las	• 16mm, tol. ± 2 mm		
Tinggi jalur las	• 2mm, tol. ± 1 mm		
Sambungan jalur las	• rata dan berpadu • Perbedaan tinggi maks. 0,5mm		
Perubahan bentuk/distorsi	Maksimum 5°		
<i>Undercut</i>	Maks. 0,5mm x 10%		
<i>Overlap</i>	Tidak ada overlap		
Rigi las	85% rata dan halus		
Cacat las	Maks. 4 mm ²		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

K = Kompeten

BK = Belum Kompeten

Latihan 8.9

Jalur Las Posisi Mendatar

TUJUAN :

Setelah mempelajari dan berlatih membuat jalur las posisi *horizontal*, Anda diharapkan mampu

- melakukan persiapan pengelasan, meliputi peralatan dan bahan praktik;
- menjelaskan prosedur membuat jalur las posisi *horizontal*; dan
- membuat jalur las posisi *horizontal* dengan kriteria :
 - * lebar jalur las 8 mm
 - * tinggi jalur las 2 mm
 - * bentuk jalur lurus dan cembung
 - * beda permukaan jalur maksimum 0,5 mm
 - * *undercut* maksimum 0,5 mm x 10%
 - * tidak ada *overlap*
 - * perubahan bentuk/distorsi maksimum 5°.
 - * Terak/catat las pada permukaan las maksimum 4 mm².

ALAT DAN BAHAN :

1. Alat

- Seperangkat mesin las busur manual
- Satu set alat keselamatan dan kesehatan kerja las busur manual
- Satu set alat bantu las busur manual.
- Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan

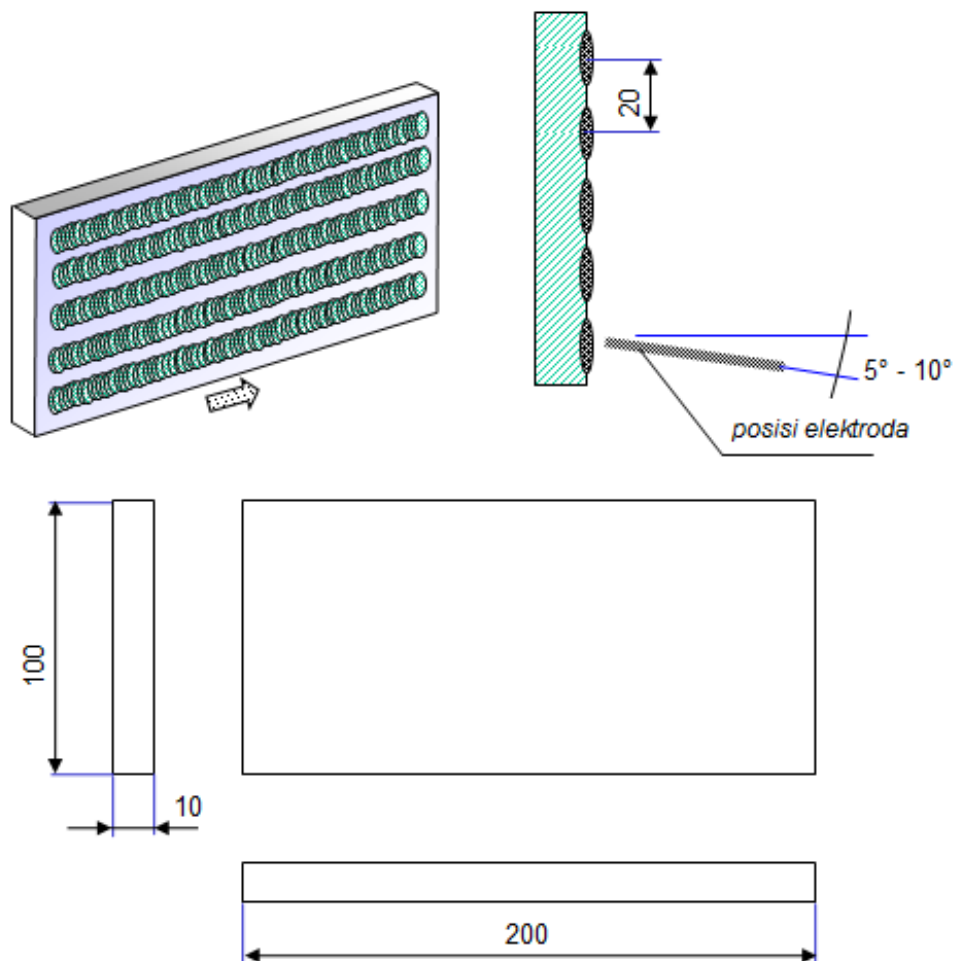
- Pelat baja lunak ukuran 100 x 200 x 10mm
- Elektroda AWS-E 6013 Ø 3,2mm

KESELAMATAN KERJA :

- Periksa persambungan kabel-kabel las. Jaga agar tidak ada yang kurang kuat/longgar.
- Jauhkan benda-benda yang mudah terbakar dari lokasi pengelasan.

- Gunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang layak dan sesuai dengan fungsinya.
- Jangan gunakan tang dan kabel las yang tidak terisolasi.
- Bekerjalah pada ruang las dengan sirkulasi udara/ventilasi yang cukup.
- Usahakan ruang las/tempat pengelasan tidak terbuka, sehingga cahaya las tidak mengganggu lingkungan/orang lain yang berada di sekitar lokasi.
- Bertanyalah pada instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

GAMBAR KERJA :



LANGKAH KERJA :

1. Siapkan peralatan las busur manual dan bahan las ukuran 100 x 200 x 10 mm
2. Lukis atau tandai garis las sesuai gambar kerja.
3. Tempatkan benda kerja pada posisi *horizontal* dengan menggunakan alat bantu atau klem benda kerja.
4. Atur ampere pengelasan sesuai dengan diameter elektroda (90 – 140 A) atau lihat tabel penggunaan ampere las pada bungkus elektroda.
5. Lakukan pengelasan dengan membuat jalur las pada bagian pinggir terlebih dahulu (dari atas atau bawah) menggunakan elektroda AWS E 6013 Ø 3,2mm.
6. Periksa hasil las, apakah telah sesuai dengan kriteria.
7. Lakukan penyetelan kembali pada mesin las jika diperlukan.
8. Lanjutkan pengelasan sampai selesai, dan bertanyalah pada pembimbing bila ada hal-hal yang kurang dipahami, terutama tentang teknik pengelasannya.
9. Bersihkan dan dinginkan benda kerja .
10. Serahkan benda kerja pada pembimbing untuk diperiksa.
11. Ulangi pekerjaan jika belum mencapai kriteria yang ditetapkan.

PENILAIAN :

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	K	BK
Lebar jalur las	8mm, \pm 1mm		
Tinggi jalur	2mm, \pm 1mm		
Bentuk jalur las	Lurus dan cembung		
Beda permukaan	Maks. 0,5mm		
<i>Undercut</i>	Maks. 0,5 x 10% panjang pengelasan		
Distorsi	Maksimum 5		
Kerapian pekerjaan	Bersih dan bebas terak		

K = Kompeten

BK = Belum Kompeten

Latihan 8.10

Sambungan Tumpul (V) Posisi 2G- *Single Side*

TUJUAN :

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan tumpul kampuh V dilas satu sisi posisi *horizontal* (2G) pada pelat baja karbon, Anda diharapkan akan mampu :

- melakukan persiapan pengelasan, meliputi peralatan dan bahan praktik;
- menjelaskan prosedur membuat sambungan tumpul kampuh V dilas satu sisi (*V-butt Single Side*) posisi *horizontal* (2G); dan
- membuat sambungan tumpul kampuh V dilas satu sisi dengan kriteria :
 - * lebar jalur las 2 mm dari pinggir kampuh (16 mm)
 - * tinggi jalur las 2 mm
 - * sambungan jalur rata
 - * beda permukaan jalur maksimum 1 mm
 - * *undercut* maksimum 0,5 mm x 10%
 - * tidak ada *overlap*
 - * perubahan bentuk/distorsi maksimum 5°.
 - * Terak/catat las pada permukaan las maksimum 4 mm².

ALAT DAN BAHAN

1. Alat :

- Seperangkat mesin las busur manual (siap pakai)
- Peralatan bantu pengelasan.
- Mesin grinda
- Batu grinda potong (*cutting disk*) Ø 100 x t. 2 mm)
- Peralatan keselamatan & kesehatan kerja

2. Bahan :

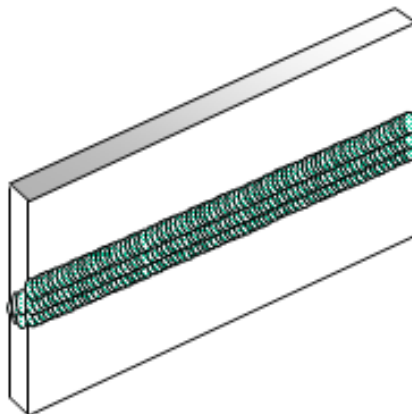
- Pelat baja lunak, ukuran 80 x 200 x 10 mm, 2 buah; dibevel 30°- 35°
- Elektroda jenis rutil (E 6013), Ø2,6 dan Ø3,2 mm

- Elektroda jenis *cellulose* (E 6010/11), Ø2,6 mm atau Ø3,2 mm.

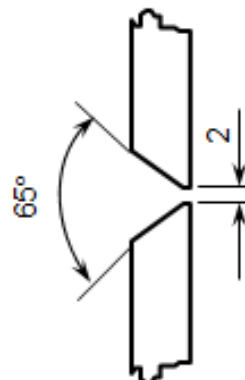
KESELAMATAN KERJA :

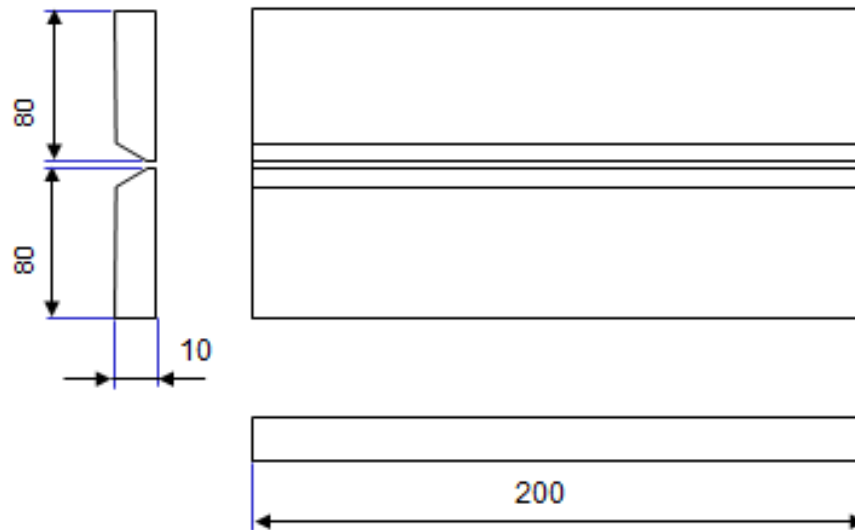
- Periksa persambungan kabel-kabel las. Jaga agar tidak ada yang kurang kuat/longgar.
- Jauhkan benda-benda yang mudah terbakar dari lokasi pengelasan.
- Gunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang layak dan sesuai dengan fungsinya.
- Jangan gunakan tang dan kabel las yang tidak terisolasi.
- Bekerjalah pada ruang las dengan sirkulasi udara/ventilasi yang cukup.
- Usahakan ruang las/tempat pengelasan tidak terbuka, sehingga cahaya las tidak mengganggu lingkungan/orang lain yang berada di sekitar lokasi.
- Bertanyalah pada instruktur/pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

GAMBAR KERJA :

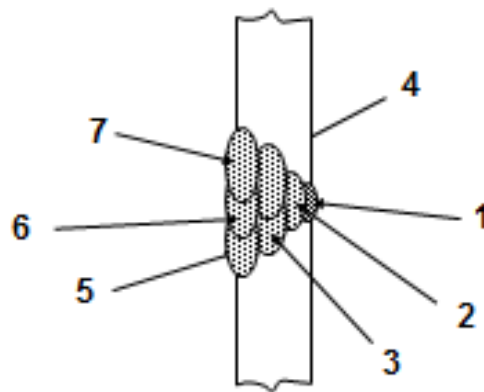


Persiapan kampuh :





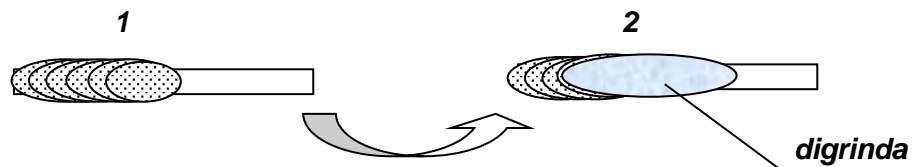
Urutan pengelasan :



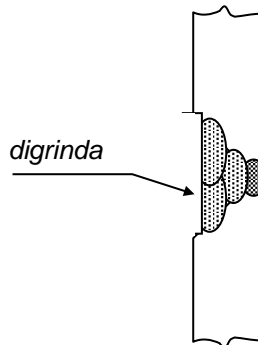
LANGKAH KERJA :

1. Siapkan peralatan las busur manual dan alat-alat bantu.
2. Siapkan minimum dua buah bahan las ukuran 80 x 200 x 10mm dibevel 30° - 35°, dan besar *root face* ± 2 mm.
3. Tempatkan benda kerja pada posisi *horizontal* dengan menggunakan alat bantu atau klem benda kerja.
4. Atur ampere pengelasan sesuai dengan diameter elektroda (90 – 140 Amp) atau lihat tabel ampere las pada bungkus elektroda.

5. Lakukan las catat pada tiga tempat dengan menggunakan elektroda AWS E 6010/11 (cellulose)
6. Bersihkan las cacat dengan sikat baja dan grinda agar penampang las catat sedikit tirus.



7. Lakukan pengelasan sesuai urutan pengelasan (lihat gambar kerja) menggunakan elektroda AWS E 6013 Ø 3,2mm.
8. Periksa hasil las pada pembimbing sebelum melanjutkan pada jalur berikutnya.
9. Sebelum dilakukan pengelasan *capping* grinda permukaan jalur las sehingga tersisa antara 0,5 – 1 mm dari permukaan bahan, yakni untuk menghasilkan *capping* yang rata dan seimbang.



10. Lanjutkan pengelasan sampai selesai, dan bertanyalah pada pembimbing bila ada hal-hal yang kurang dipahami, terutama tentang teknik pengelasannya.
11. Bersihkan dan dinginkan benda kerja .
12. Serahkan benda kerja pada pembimbing untuk diperiksa.
13. Ulangi pekerjaan jika belum mencapai kriteria yang ditetapkan.

PENILAIAN :

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	K	BK
Lebar jalur las	• 16mm, tol. \pm 2mm		
Tinggi jalur las	• 2mm, tol. \pm 1mm		
Sambungan jalur las	• rata dan berpadu • Perbedaan tinggi maks. 0,5mm		
Perubahan bentuk/distorsi	Maksimum 5°		
<i>Undercut</i>	Maks. 0,5mm x 10%		
<i>Overlap</i>	Tidak ada overlap		
Rigi las	85% rata dan halus		
Cacat las	Maks. 4 mm ²		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

K = Kompeten**BK** = Belum Kompeten



Glosarium

<i>Personal protective equipment (PPE)</i> atau Alat Pelindung Diri (APD)	:	perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang digunakan/dipakai dalam bekerja di bengkel yang disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan.
<i>Cylinder key</i>	:	kunci yang khusus untuk membuka dan menutup katup silinder oksigen dan asetilen.
<i>Electric shock</i>	:	merupakan jenis kecelakaan yang terjadi karena sengatan listrik.
<i>Alternating Current/AC Welding Machine</i>	:	jenis mesin las dengan arus bolak balik.
<i>Direct Current/DC Welding Machine</i>	:	jenis mesin las dengan arus searah.
<i>Fillet</i>	:	konstruksi sambungan sudut pada pengelasan pelat dan pipa yang biasa disingkat dengan "F", mulai 1F sampai dengan 6F.
<i>Butt</i>	:	konstruksi sambungan tumpul (<i>grooved</i>) pada pengelasan pelat dan pipa yang biasa disingkat dengan "G", mulai 1G sampai dengan 6G.



Daftar Pustaka

- Edgin, Charles A. (1982). *General Welding*. John Wiley & Sons
- NSW TAFE. (1990). *Welding and Thermal Cutting*. NSW TAFE
- _____. (2000). *Manual Metal Arc Welding-3*. Southern Sydney Institute NSW: Manufacturing and Engineering Education Services Division
- Sani, Rizal (1990), *Las Busur Manual 1*. PPPG Teknologi Bandung
- _____. (2004), *Teknik Las Busur Manual Lanjut-1*. PPPPTK BMTI: Bandung
- _____. (2012), *Teknik Pemotongan dengan Panas*. PPPPTK BMTI: Bandung
- _____. (2013), *Teknik Las Busur Manual-Mandiri*. PPPPTK BMTI: Bandung
- The Lincoln Electric Company (1973). *The Procedure Handbook of Arc Welding*: The Lincoln Electric Company
- Witjaksono, U. (1997). *Pengoperasian Peralatan Las Oksi Asetilen*. PPPG Teknologi Bandung

